

**PENGARUH PENGGUNAAN BETON PLASTIK UNTUK BATAKO  
RINGAN BERLUBANG DI UJI TERHADAP KUAT TEKAN DAN  
KUAT LENTUR DENGAN VARIASI JUMLAH SERAT BENANG**

**SKRIPSI  
TEKNIK SIPIL**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
Memperoleh gelar Sarjana Teknik**



**NEYLA ROHMAH MUFIKA  
NIM. 145060101111012**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2018**

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucap syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat dan karunia-Nya sehingga dapat terselesaikannya penyusunan skripsi ini yang berjudul “PENGARUH PENGGUNAAN BETON PLASTIK UNTUK BATAKO RINGAN BERLUBANG DI UJI TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR DENGAN VARIASI JUMLAH SERAT BENANG”

Tugas akhir ini merupakan tugas akademik yang wajib ditempuh oleh mahasiswa untuk mendapatkan gelar sarjana S1 di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak dapat terselesaikan dengan lancar tanpa adanya bimbingan, bantuan serta doa dari berbagai pihak.

Pada kesempatan ini, tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada:

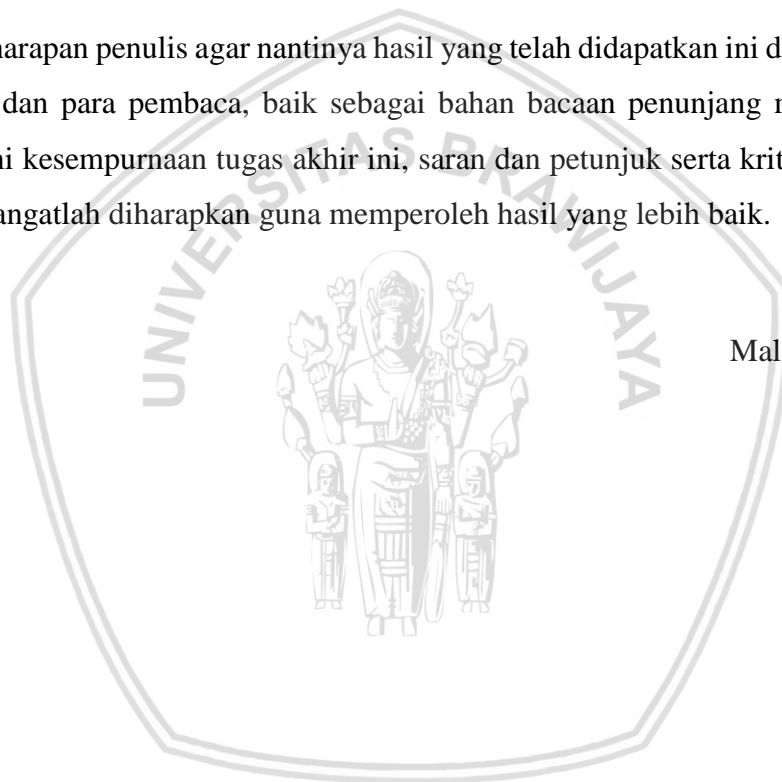
1. Kedua orang tua, kakak, adik dan keluarga saya yang selalu memberikan semangat, masukan, dukungan moral serta doa.
2. Dr. Eng. Alwafi Pujiraharjo, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Dr. Eng Eva Arifi, ST., MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
4. Dr. Eng. Indradi Wijatmiko, ST., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Sarjana (S1) Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
5. Prof. Dr. Ir. Sri Murni Dewi, MS. selaku dosen pembimbing 1
6. Dr. Eng Eva Arifi ST.,MT. selaku dosen pembimbing 2
7. Ir. Sugeng P. Budio, MS, IPM. selaku ketua majelis
8. Bapak Sugeng, Bapak Dino, Bapak Hadi selaku Laboran lab.struktur
9. Rekan penelitian dan tugas akhir Beton Plastik (Sastria, Rinaldi,Jordi, Finia ) yang masih setia berjuang demi keluarga.
10. Rekan sesama penelitian dan tugas akhir “Tim PLASTIK” yang telah lulus dan meninggalkan kami yaitu kordes alias Ryandessanda.
11. Adista Fahara yang telah menyemangati, menssuport dan membantu saya dalam mengerjakan skripsi disaat saya malas dan terimakasih telah meminjamkan laptopnya selama sebulan lebih karena laptop saya rusak. Semoga kita akan selalu dipertemukan dalam kesempatan apapun dan semoga cepet lulus.

12. Teman-teman “NGECIWIS FAMILY” yang telah menghibur saya dari mulai SMA sampai sekarang dan pastinya sampai nanti.
13. Teman sekaligus kakak sekaligus ibu di “KONS BAROKAH” kontrakan penuh berkah Ventiswanda Rararizky.
14. Sahabat-sahabat saya Asti, Fina, Dhia dan yuyun yang telah memberi hiburan ketika lelah melanda.
15. Keluarga Besar Mahasiswa Sipil FT-UB dan seluruh mahasiswa angkatan 2014 jurusan Teknik Sipil yang telah membantu dan memberikan semangat serta doa dalam menyelesaikan skripsi ini.

Besar harapan penulis agar nantinya hasil yang telah didapatkan ini dapat bermanfaat untuk pribadi dan para pembaca, baik sebagai bahan bacaan penunjang maupun sebagai referensi. Demi kesempurnaan tugas akhir ini, saran dan petunjuk serta kritik yang bersifat membangun sangatlah diharapkan guna memperoleh hasil yang lebih baik.

Malang, Juli 2018

Penulis



## DAFTAR ISI

Halaman

**KATA PENGANTAR            i**

**DAFTAR ISI 4**

**DAFTAR TABEL   vii**

**DAFTAR GAMBARix**

**DAFTAR LAMPIRAN       xi**

**RINGKASAN           xiii**

**BAB I PENDAHULUAN   1**

1.1 Latar Belakang       1

1.2 Identifikasi Masalah 2

1.3 Rumusan Masalah   3

1.4 Batasan Masalah    3

1.5 Tujuan Penelitian    4

1.6 Manfaat Penelitian   4

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA   5**

2.1 Beton 5

2.1.1 Beton Ringan       6

2.2 Material Penyusun Beton 8

2.2.1 Semen           8

2.2.2 Agregat Halus ( Plastik )   11

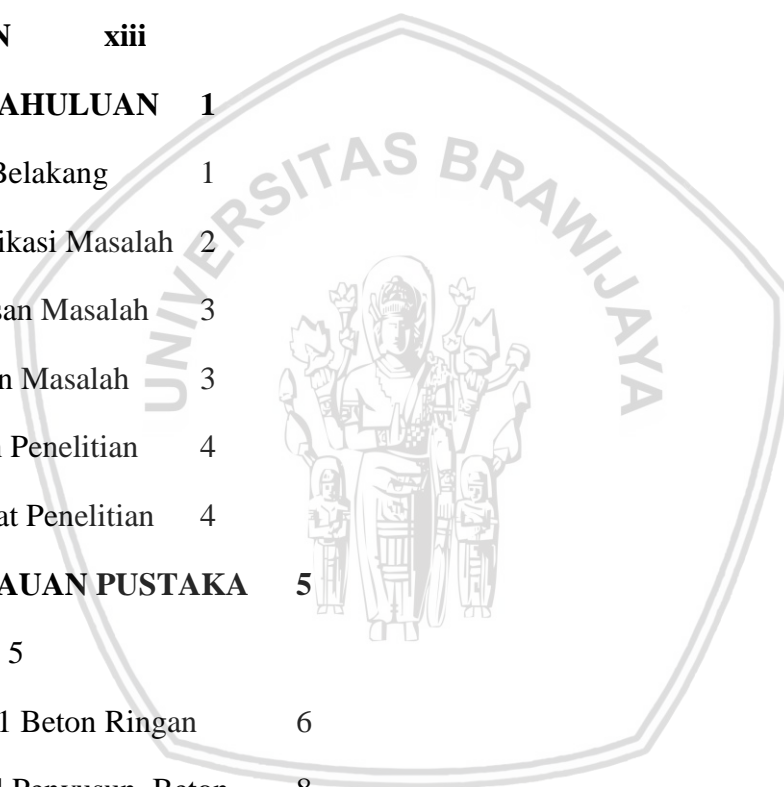
2.2.3 Agregat Kasar ( Batu Bata Pecah ) 15

2.2.4 Air       15

2.2.5 Abu Sekam Padi       16

2.3 Batako 18

2.3.1 Bata Beton Berlubang       18



2.3.2 Syarat Mutu Bata Bron	21
2.3.2.1 Pandangan Luar	21
2.3.2.2 Ukuran dan Toleransi	21
2.3.2.3 Syarat Fisis	22
2.3.3 Tipe-tipe Batako	22
2.3.4 Kelebihan dan Kekurangan	23
2.3.4.1 Kelebihan Batako	23
2.3.4.2 Kekurangan Batako	23
2.4 Serat Benang	24
2.4.1 Serat Alam	24
2.4.2 Serat Buatan	25
2.5 Uji Kuat Lentur Batako	26
2.6 Uji Kuat Tekan Batako	26
2.7 Hipotesis Penelitian	27
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>29</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.2 Bahan Penelitian	29
3.2.1 Pozzolan Portland Cement.....	29
3.2.2 Serat Benang ( Benang Katun).....	29
3.2.3 Agregat.....	29
3.2.3.1 Agregat Kasar	29
3.2.3.2 Agregat Halus	30
3.3 Peralatan Penelitian	30
3.3.1 Saringan	30
3.3.2 Timbangan	30
3.3.3 Cetakan/bekisting	30

3.3.4 Mesin Pengaduk ( Concrete Mixer )	31
3.3.5 Alat Uji Tekan ( Compression Testing Machine )	31
3.3.4 Ultimate Testing Machine ( UTM )	31
3.3.5 Alat Lainnya	31
3.4 Diagram Alir Pengujian	32
3.5 Rancangan Penelitian	33
3.6 Variabel Penelitian	35
3.7 Prosedur Penelitian	35
3.7.1 Pengujian Bahan Dasar .....	35
3.7.2 Pembuatan Benda Uji .....	35
3.7.3 Perawatan Benda Uji.....	36
3.7.4 Pengujian Kuat Tekan.....	36
3.7.5 Pengujian Kuat Lentur.....	37
3.8 Metode Analisa Data	38
3.8.1 Pemeriksaan Slump.....	38
3.8.2 Berat Volume Batako Berlubang.....	38
3.8.3 Hasil Uji Kuat Tekan .....	39
3.8.4 Hasil Uji Kuat Lentur.....	40
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>41</b>
4.1 Penelitian Pendahuluan	41
4.1.1 Semen.....	41
4.1.2 Air .....	41
4.1.3 Agregat Kasar .....	41
4.1.4 Agregat Halus .....	41
4.1.4 Perencanaan Campuran ( Mix Design ) .....	42
4.2 Keleccakan (Workability)	42
4.3 Berat Volume	43

4.3.1 Berat Volume Batako Berlubang .....	44
4.4 Kuat Tekan Batako Berlubang	45
4.5 Kuat Lentur Batako Berlubang	50
4.6 Uji Hipotesis Dengan Analisa Ragam	55
4.6.1 Uji Hipotesis Hasil Pengujian Kuat Tekan .....	55
4.6.2 Uji Hipotesis Hasil Pengujian Kuat Lentur .....	57
<b>BAB V PENUTUP</b>	<b>61</b>
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	62
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>63</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>65</b>



## DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
<b>Tabel 2.1</b>	<b><u>Persyaratan sifat fisik agregat ringan untuk beton ringan struktural</u></b>	<b>7</b>
<b>Tabel 2.2</b>	<b><u>Beton ringan struktural</u></b>	<b>7</b>
<b>Tabel 2.3</b>	<b><u>Persyaratan susunan besar butir agregat ringan untuk beton ringan struktural</u></b>	<b>8</b>
<b>Tabel 2.4</b>	<b><u>Komposisi campuran beton dengan abu sekam</u></b>	<b>17</b>
<b>Tabel 2.5</b>	<b><u>Ukuran bata beton</u></b>	<b>21</b>
<b>Tabel 2.6</b>	<b><u>Syarat-syarat fisis bata beton</u></b>	<b>22</b>
Tabel 3.1	<u>Rancangan penelitian beton ringan</u>	33
Tabel 3.2	<u>Faktor benda uji kuat tekan dan lentur</u>	34
Tabel 3.3	<u>Variabel benda uji kuat tekan dan lentur</u>	34
Tabel 3.4	<u>Tabel hasil pengujian uji slump</u>	38
Tabel 3.5	<u>Berat volume benda uji batako ringan</u>	39
Tabel 3.6	<u>Tabel hasil pengujian kuat tekan</u>	39
Tabel 3.7	<u>Tabel hasil pengujian kuat lentur</u>	40
Tabel 4.1	<u>Hasil pengujian agregat kasar</u>	41
Tabel 4.2	<u>Perencanaan komposisi beton</u>	42
Tabel 4.3	<u>Kebutuhan material untuk benda uji batako berlubang</u>	42
Tabel 4.4	<u>Uji slump beton segar</u>	42
Tabel 4.5	<u>Berat volume benda uji batako ringan</u>	44
Tabel 4.6	<u>Hasil Pengujian kuat tekan batako</u>	55
Tabel 4.7	<u>Kuat tekan rata-rata batako</u>	46
Tabel 4.8	<u>Kuat tekan maksimum batako memakai benang dan tidak memakai benang</u>	48
Tabel 4.9	<u>Hasil Pengujian kuat lentur batako</u>	50



<u>Tabel 4.10</u>	<u>Kuat lentur rata-rata batako</u>	52
<u>Tabel 4.11</u>	<u>Kuat tekan maksimum batako memakai benang dan tidak memakai benang</u>	53
<u>Tabel 4.12</u>	<u>Perhitungan pengujian hipotesis kuat tekan batako berlubang benton plastik</u>	55
<u>Tabel 4.13</u>	<u>Tabel anova kuat tekan</u>	56
<u>Tabel 4.14</u>	<u>Perhitungan pengujian hipotesis kuat lentur batako berlubang benton plastik</u>	57
<u>Tabel 4.15</u>	<u>Tabel anova kuat lentur</u>	58



## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
<u>Gambar 2.1</u>	<u>Sample semen</u>	11
<u>Gambar 2.2</u>	<u>Tipe resin pada produk kemasan</u>	12
<u>Gambar 2.3</u>	<u>Tipe resin pada produk kemasan</u>	13
<u>Gambar 2.4</u>	<u>Contoh agregat limbah plastik</u>	14
<u>Gambar 2.5</u>	<u>Contoh agregat kasar batu bata pecah</u>	15
<u>Gambar 2.6</u>	<u>Sampel air.</u>	16
<u>Gambar 2.7</u>	<u>Sampel abu sekam padi</u>	17
<u>Gambar 2.8</u>	<u>Bata beton berlubang setelah dilepas bekisting.....</u>	19
<u>Gambar 2.9</u>	<u>Bata beton berlubang</u>	19
<u>Gambar 2.10</u>	<u>Tipe-tipe batako</u>	23
<u>Gambar 2.11</u>	<u>Hubungan tegangan regangan beton normal</u>	27
<u>Gambar 3.1</u>	<u>Bentuk Benda Uji Kuat Tekan dan Kuat Lentur</u>	33
<u>Gambar 3.2</u>	<u>Bentuk Benda Uji Batako Beton Plastik dengan 2 serat benang</u>	33
<u>Gambar 3.3</u>	<u>Bentuk Benda Uji Batako Beton Plastik dengan 4 serat benang</u>	34
<u>Gambar 3.4</u>	<u>Bentuk Benda Uji Batako Beton Plastik dengan 6 serat benang</u>	34
<u>Gambar 3.5</u>	<u>Skema pengujian kuat tekan batako</u>	37
<u>Gambar 3.6</u>	<u>Skema pengujian kuat lentur batako</u>	38
<u>Gambar 4.1</u>	<u>Uji slump</u>	43
<u>Gambar 4.2</u>	<u>Pengukuran slump beton slump</u>	43
<u>Gambar 4.3</u>	<u>Saat benda uji di uji kuat tekan</u>	45
<u>Gambar 4.4</u>	<u>Grafik uji kuat tekan pada setiap mix design</u>	46
<u>Gambar 4.5</u>	<u>Batako plastik setelah diuji kuat tekan</u>	49
<u>Gambar 4.6</u>	<u>Batako plastik setelah diuji kuat tekan</u>	49
<u>Gambar 4.7</u>	<u>Saat benda uji di uji kuat lentur</u>	50

Gambar 4.8 Grafik uji kuat lentur pada setiap mix design 51

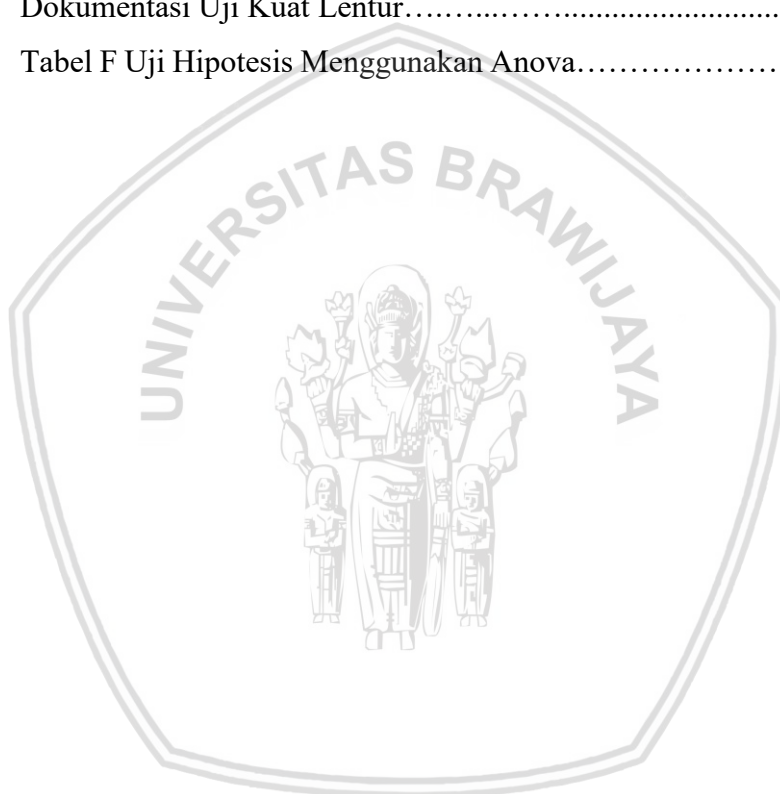
Gambar 4.9 Batako plastik setelah diuji kuat lentur 54

Gambar 4.10 Batako plastik setelah diuji kuat lentur 54



## DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat .....	79
Lampiran 2.	Berat Isi Agregat Kasar .....	81
Lampiran 3.	Kadar Air Agregat Kasar.....	82
Lampiran 4.	Perencanaan Campuran Beton.....	83
Lampiran 5.	Contoh Perhitungan.....	84
Lampiran 6.	Dokumentasi Uji Kuat Tekan.....	86
Lampiran 7.	Dokumentasi Uji Kuat Lentur.....	90
Lampiran 8.	Tabel F Uji Hipotesis Menggunakan Anova.....	100



## RINGKASAN

**Neyla Rohmah Mufika**, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Mei 2018, *Pengaruh Penggunaan Beton Plastik Untuk Batako Ringan Berlubang Di Uji Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur dengan Variasi Jumlah Serat Benang*, Dosen Pembimbing : Sri Murni Dewi dan Eva Arifi .

Pembangunan gedung-gedung bertingkat di Indonesia yang merupakan negara berkembang dan terus mengalami peningkatan pada sarana-prasaran dibidang konstruksi. Selain peningkatan banyak juga penemuan-penemuan inovasi baru pada bidang konstruksi yaitu penggunaan sampah plastik sebagai bahan baku bangunan. Batako adalah salah satu contoh inovasi dari bahan bangunan. Batako ini biasanya digunakan sebagai pengganti batu bata pada dinding, karena batu bata memiliki banyak kelemahan apabila digunakan sebagai konstruksi. Bahan utama material batako adalah pasir dan batu alam yang merupakan hasil alam yang tidak bisa dieksploitasi secara terus menerus. Pada penelitian ini akan mengganti agregat yaitu agregat kasar dengan batu bata dan agregat halus dengan plastik bertujuan agar batako menjadi batako ringan. Batako pada penelitian ini menggunakan batako berlubang yang berukuran 10x20x40 cm.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jumlah serat benang terhadap kuat tekan dan kuat lentur batako. Komposisi yang dipakai adalah 2;0.66;1.3 dalam satuan kilogram yang didapatkan dari penelitian pendahuluan (trial & error). Variasi yang dipakai adalah jumlah serat benang masing-masing berjumlah 2, 4, 6 serat benang pada batako berlubang. Pada masing-masing benda uji diberi bahan tambah berupa abu sekam padi sebanyak 20% dari jumlah semen. Semen yang dipakai adalah *Portland pozzolan cement* (PPC) dan FAS sebesar 0,7. Uji kuat tekan dan lentur dilakukan pada umur 28 hari.

Hasil dari pengujian kuat tekan dan kuat lentur menunjukan bahwa batako berlubang beton plastik yang menggunakan 6 serat benang memiliki nilai rata-rata yang lebih besar dibandingkan batako berlubang beton plastik yang menggunakan 2 dan 4 serat benang. Nilai kuat tekan dengan menggunakan 2 serat benang, 4 serat benang, dan 6 serat benang secara berturut-turut sebesar 3,255 MPa; 4,385MPa; dan 4,463 MPa. Untuk nilai kuat lentur dengan menggunakan 2 serat benang, 4 serat benang, dan 6 serat benang secara berturut-turut sebesar 0,566 MPa; 0,707 MPa; dan 0,785 MPa.

Kata kunci : Batako berlubang, serat benang, kuat tekan, kuat lentur

## SUMMARY

**Neyla Rohmah Mufika**, *Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Brawijaya, May 2018, The Effect of Plastic Concrete Use on Lightweight Hollow Concrete Brick against Compressive Strength and Flexure Strength With Variations of Fiber Yarn, Supervisor: Sri Murni Dewi dan Eva Arifi .*

*The construction of high-rise buildings in Indonesia are continuously increase in facilities and infrastructure of construction. Besides that, there are many new innovations and discoveries in the field of construction that used waste cultivation as construction materials. Batako is one of the examples of innovation from building materials. This concrete brick is usually used as a substitute for brick on the wall, because the bricks have many weaknesses if used as material construction. The main materials of batako are sand and natural stone which are natural products that can not be exploited continuously. In this study, common aggregate that usually used on concrete will be replaced with bricks as coarse aggregate and plastic waste as fine aggregate that aim to make the concrete brick has more light weight. Batako used in this study is hollow brick measuring 10x20x40 cm.*

*The purpose of this study is to analyze the effect of the number of yarn fibers on compressive strength and flexural strength of concrete brick. The composition used is 2; 0.66; 1.3 in kilogram units obtained from preliminary research (trial & error). The variation used is the number of yarn fibers each of 2, 4, 6 yarn fibers in the hollow concrete brick. In each specimens are given added materials of ash rice husk as much as 20% of the amount of cement. Cement that used, is portland pozzolan cement (PPC) with FAS of 0.7. Compressive strength testing and flexural strength testing were conducted after 28 days.*

*The results of the compressive strength and flexural strength tests show that plastic concrete bricks using 6 yarn fibers have a higher strength compared to 2 and 4 yarn fibers. The value of compressive strength using 2 yarn fibers, 4 yarn fibers, and 6 fiber yarns respectively of 3.255 MPa; 4.385MPa; and 4,463 MPa. Wherewith flexural strength values using 2 yarn fibers, 4 yarn fibers, and 6 yarn fibers are 0.566 MPa; 0.707 MPa; and 0.785 MPa respectively.*

**Keywords:** *Hollow Concrete Brick, fiber yarn, compressive strength, flexure strength.*

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada perkembangan teknologi yang semakin canggih ini, semua teknologi berkembang dengan pesat begitu juga dengan pembangunan yang dilakukan besar-besaran di Indonesia. Pembangunan gedung-gedung bertingkat di Indonesia yang merupakan negara berkembang dan terus mengalami peningkatan pada sarana-prasaran dibidang konstruksi. Selain peningkatan banyak juga penemuan-penemuan inovasi baru pada bidang konstruksi yaitu pengolahan sampah untuk dijadikan sebagai material atau bahan baku bangunan.

Inovasi-inovasi baru yang ditemukan diharapkan dapat mengurangi penggunaan material yang didapatkan dari alam contohnya pasir, batu alam, kapur dll. Inovasi-inovasi terhadap material pengganti alam bertujuan agar mengurangi sumberdaya alam yang semakin hari semakin menipis.

Batako adalah salah satu contoh inovasi dari bahan bangunan. Batako ini tidak dibuat dari tanah liat seperti umumnya bata merah, tetapi campuran bahan pembuatan batako atau bataton ini layaknya beton, yaitu pasir, semen, kerikil dan air (Dwikusuma, 2014). Batako ini biasanya digunakan sebagai pengganti batu bata pada dinding, karena batu bata memiliki banyak kelemahan apabila digunakan sebagai konstruksi. Bahan utama material batako adalah pasir dan batu alam yang merupakan hasil alam yang tidak bisa dieksploitasi secara terus menerus. Pada penelitian ini akan mengganti agregat yaitu agregat kasar dengan batu bata dan agregat halus dengan plastik. Pada penelitian sebelumnya dari Nursyamsin dan Vincent (2016) bahwa plastik jenis *High Density Polyethylene* (HPDE) bisa digunakan sebagai pengganti agregat halus dengan cara dicacah karena *High Density Polyethylene* (HPDE) memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. Plastik *High Density Polyethylene* (HPDE) yang dicacah akan menyerupai butiran pasir sehingga di penelitian kali ini inovasi yang dilakukan adalah mengganti pasir dengan plastik agar mengurangi bahan material yang diambil dari alam.

Plastik yaitu polimer yang terbentuk dari polimerisasi partikel-partikel kecil yang membentuk rantai yang panjang dengan struktur yang kaku. Pada penelitian ini plastik yang dipakai adalah plastik bekas contohnya botol-botol minuman mineral bekas,



pipa dll. Plastik-plastik tersebut akan dihancurkan sampai menjadi butiran-butiran kecil menyerupai butiran pasir. Pemanfaatan plastik yang dicampur dengan pasta semen merupakan salah satu penerapan dari sustainable development. Namun campuran pasta semen dengan plastik tidak menjadi ikatan material yang baik karena luas permukaan plastik yang halus dan bentuk plastik tidak homogen sehingga terdapat banyak rongga. Untuk menutup rongga tersebut maka ditambahkan abu sekam padi sebagai pengisi rongga dan perekat. Abu sekam padi adalah hasil dari pembakaran sekam padi yang bisa berfungsi sebagai pengikat unsur-unsur nitrogen. Kedua tambahan tersebut digunakan untuk mencegah keruntuhan pada batako. Selain itu juga ditambahkan serat benang sebanyak 3 kali pada setiap  $\frac{1}{3}$  panjang batako agar kerja serat benang bisa seperti tulangan pada beton. Diharapkan plastik akan menambah nilai kuat tekan dan kuat lentur pada batako serta dapat mengurangi sampah plastik di Indonesia. Maka dari itu penelitian ini mengambil judul **“PENGARUH PENGGUNAAN BETON PLASTIK UNTUK BATAKO RINGAN BERLUBANG DI UJI TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR DENGAN VARIASI JUMLAH SERAT BENANG”**

## 1.2 Identifikasi Masalah

Adapun beberapa identifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Perbedaan kualitas dan sifat-sifat agregat halus dari bekas plastik hasilnya kurang baik dibandingkan dari agregat halus dari pasir alam
2. Penggunaan plastik sebagai batako masih jarang digunakan dalam kehidupan sehari-hari.
3. Serat benang yang digunakan pada  $\frac{1}{3}$  batako dari bawah ke atas tersebut apakah fungsinya bisa seperti tulangan baja yang biasa digunakan untuk beton bertulang.
4. Serat benang yang digunakan pada batako apakah dapat bertahan lama dalam menahan gesekan-gesekan dari agregat kasar.
5. Keruntuhan yang dapat terjadi batako plastik karena butiran plastik yang tidak dapat menyatu dengan material lainnya.

## 1.3 Rumusan Masalah

Adapun beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Apa pengaruh variasi jumlah benang pada beton plastik terhadap kuat lentur batako.
2. Apa pengaruh variasi jumlah benang pada beton plastik terhadap kuat tekan batako.



#### 1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian dan pengujian akan dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Kontruksi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Variasi agregat halus plastik bekas yang digunakan yaitu 100% berupa butiran plastik yang sudah dicacah dengan alat penggiling plastik.
3. Benang yang akan digunakan sebagai pengganti tulangan baja adalah benang katun.
4. Benda uji beton menyesuaikan dengan batako standart SNI 03-0349-1989.
5. Benda uji beton menyesuaikan dengan batako standart SNI 03-0349-1989 yang berbentuk balok dengan ukuran 40cm x 20cm x 10cm
6. Pengujian benda uji beton dimulai pada hari ke-28.
7. Semen PPC yang digunakan adalah dengan merk Semen Gresik.
8. Agregat kasar yang digunakan adalah batu bata yang dipecahkan dan dalam keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*).
9. Ukuran butiran agregat halus adalah ukuran terkecil dari alat penggiling plastik yang ada di Laboratorium Struktur dan Bahan Kontruksi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya setebal 0,3-0,5mm.
10. Sample batako berlubang sebanyak 18 sample.
11. Pada penelitian ini parameter beton ringan yang dimaksudkan adalah dengan berat jenis beton berkisar antara 600 – 1900 kg/m<sup>3</sup>.
12. Air yang digunakan merupakan air PDAM Kota Malang.
13. Uji kuat tekan dan kuat lentur akan dilakukan sebanyak 6 sampel setiap variasi yang berbeda.
14. Bahan tambah yang digunakan adalah abu sekam padi yang berfungsi untuk mengisi pori-pori kecil dalam beton sebanyak 20% dari total berat semen.
15. Tidak dilakukan analisis ekonomi.

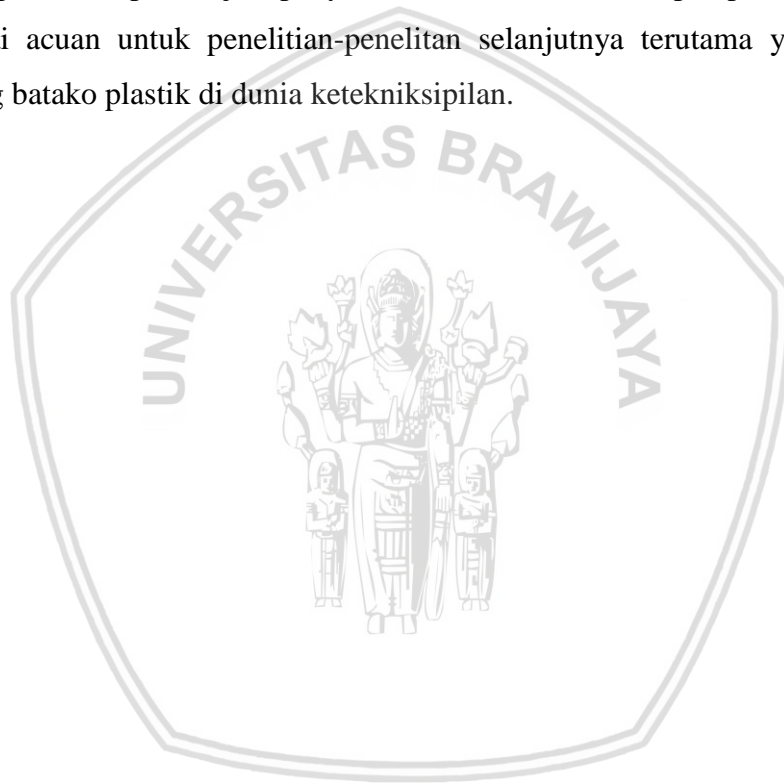
#### 1.5 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui berat isi sampel yang menggunakan bahan dari plastik.
2. Mengetahui kuat tekan sampel menggunakan bahan dari plastik dengan tambahan serat benang

3. Mengetahui kuat lentur sampel menggunakan bahan dari plastik dengan tambahan serat benang

### **1.6 Manfaat Penelitian**

1. Sebagai alternatif oleh masyarakat dalam pembuatan batako sebagai bahan-bahan bangunan dengan memanfaatkan sampah plastik yang tidak terpakai.
2. Pemakaian sampah plastik dapat mengurangi jumlah sampah di Indonesia .
3. Pengetahuan tentang mnfaat-manfaat sampah plastik untuk didaur ulang kembali dengan baik.
4. Diharapkan mampu menjadi penyelesaian masalah dari sampah plastik di Indonesia.
5. Sebagai acuan untuk penelitian-penelitian selanjutnya terutama yang membahas tentang batako plastik di dunia ketekniksipilan.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Beton

Awal mula terbentuknya beton merupakan pencampuran antara agregat kasar, agregat halus, air dan semen *portland*. Namun dengan semakin berkembangnya jaman terkadang pada beton tersebut diberi variasi bahan tambahan (*admixture*) yang berfungsi untuk menambah ataupun memperbaiki kualitas beton yang bisa berupa bahan kimia maupun non kimia. Berdasarkan SNI 03-2847-2002, beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat.

Agregat, semen, dan air dicampur, sehingga bersifat plastis dan mudah untuk dikerjakan. Sifat inilah yang memungkinkan adukan beton dapat dicetak sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Dengan bercampurnya semen dengan air dan agregat, terjadi reaksi kimia yang pada umumnya bersifat hidrasi yang menghasilkan suatu pengerasan dan pertambahan kekuatan yang berlangsung terus-menerus pada suatu kelembaban dan suhu yang sesuai (Murdock dan Brook, 1986).

Fungsi dari beton adalah sebagai penahan beban karena seperti yang kita ketahui bahwa beton memiliki sifat yang kuat apabila diberi beban tekan namun kelemahan dari beton adalah kurang baik dalam menahan gaya tarik. Sehingga diperlukan tulangan-tulangan baja yang dipasang didalam beton untuk menahan gaya tarik yang terjadi.

Nilai kekuatan beton sendiri bergantung pada pengaturan perbandingan semen, air, dan agregat, dimana yang menjadi faktor utama dalam penentuan kekuatan beton adalah perbandingan dari air terhadap semen yang disebut faktor air-semen. Semakin kecil faktor air-semen, maka akan semakin tinggi kuat tekan beton yang di hasilkan. Kelebihan air dapat mempermudah pengerjaan beton saat pengecoran, akan tetapi dapat mengurangi kekuatannya. Yang menjadi tujuan utama perencanaannya adalah memperoleh campuran beton dengan kekuatan optimum, dengan semen minimum, dan kemampuan pekerjaan yang dapat diterima (Kartini Aprianti, 2017).

Setiap pembangunan bahan konstruksi beton merupakan bahan yang paling diperlukan untuk pembangunan bisa berupa jembatan, bangunan, jalan maupun yang lainnya. Beton sangat sering digunakan untuk konstruksi karena memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan yaitu :

- **Kelebihan beton**

1. Mudah dicetak maupun dibentuk sesuai kebutuhan konstruksi
2. Mampu menahan beban yang berat
3. Beton mampu bertahan terhadap api ataupun temperatur tinggi selama satu sampai tiga jam tanpa bahan kedap air
4. Tidak memerlukan biaya pemeliharaan yang tinggi
5. Keawetan yang dimiliki beton cukup baik

- **Kekurangan beton**

1. Ketika cetakan sudah buat dan beton sudah jadi maka tidak bisa diubah kembali ataupun sulit untuk diubah kembali
2. Mempunyai berat yang cukup besar
3. Dalam pekerjaannya diperlukan ketelitian yang tinggi

### **2.1.1 Beton Ringan**

Beton Ringan Beton ringan adalah beton yang agregatnya lebih ringan daripada agregat beton normal. Nawy (1998) mengatakan bahwa beton ringan adalah beton yang mempunyai kekuatan tekan pada umur 28 hari lebih dari 1,38 MPa dan berat volume kurang dari 1843 kg/m<sup>3</sup>. Secara garis besar, Tjokrodinuljo (1996) membagi penggunaan beton ringan menjadi tiga, yaitu :

1. Untuk nonstruktur dengan berat jenis antara 240 kg/m<sup>3</sup> sampai 800 kg/m<sup>3</sup> dan kuat tekan antara 0,35 MPa sampai 7 MPa yang umumnya digunakan untuk dinding pemisah atau dinding isolasi
2. Untuk struktur ringan dengan berat jenis antara 800 kg/m<sup>3</sup> sampai 1400 kg/m<sup>3</sup> dan kuat tekan antara 7 MPa sampai 17 MPa yang umumnya digunakan seperti untuk dinding yang juga memikul beban.
3. Untuk struktur dengan berat jenis antara 1400 kg/m<sup>3</sup> sampai 1800 kg/m<sup>3</sup> dan kuat tekan lebih dari 17 MPa yang dapat digunakan sebagaimana beton normal.

**Tabel 2.1** Persyaratan Sifat Fisik Agregat Ringan Untuk Beton Ringan Struktural

No	Sifat fisis	Persyaratan
1	Berat Jenis	1,0-1,8
2	Penyerapan air maksimum (%), setelah direndam 24 jam	20
3	Berat isi maksimum:	
	- gembur kering (kg/cm)	1120
	- agregat halus	880
	- agregat kasar	1040
	- campuran agregat kasar dan halus	60
4	Nilai presentase volume padat (%)	9-14
5	Nilai 10% kehalusan (ton)	
6	Kadar bagian yang terapung setelah direndam dalam air 10 menit maksimum (%)	5
7	Kadar bahan yang mentah (clay dump) (%)	<1
8	Nilai keawetan, jika dalam larutan magnesium sulfat selama 16-18 jam, bagian yang larut maksimum (%)	12

**CATATAN :**

Nilai keremukan ditentukan sebagai hasil bagi banyaknya fraksi yang lolos pada ayakan 2,4 mm dengan banyaknya bahan agregat kering oven semula dikalikan 100 %

(Sumber: SNI 03-2461-2008)

**Tabel 2.2** Beton Ringan Struktural

Berat isi kering udara 28 hari, maksimum (kg/cm <sup>3</sup> )	Kuat tarik belah (tidak langsung) rata-rata (MPa)	Kuat tekan rata-rata, 28 hari, minimum (MPa)
Semua agregat ringan		
1760	2,2	28
1680	2,1	21
1600	2	17
Agregat ringan dan pasir		
1840	2,3	28
1760	2,1	21
1680	2	17

CATATAN 1 Nilai kuat tekan dan berat isi diambil dari rata-rata tiga buah benda uji sedangkan kuat tarik belah diambil rata-rata dari enam benda uji,

CATATAN 2 Nilai antara untuk kekuatan tekan dan nilai berat isi yang berkait dapat dengan penambahan atau interpolasi,

CATATAN 3 Bahan-bahan yang tidak memenuhi persyaratan kuat tarik rata-rata minimum dapat digunakan bila rancangannya dimodifikasi untuk mengimbangi nilai yang lebih rendah,

CATATAN 41 MPa  $\approx$  10 kg/cm<sup>2</sup>

(Sumber: SNI 03-2461-2008)

**Tabel 2.3** Persyaratan Susunan Besar Butir Agregat Ringan Untuk Beton Ringan Struktural

Ukuran	Prosentase yang lulus angka (% berat)								
	25	19	12,5	9,5	4,75	2,36	1,18	0,6	0,3
Agregat halus:									
(4,75 - 0) mm	-	-	-	100	85-100	-	40-80	10-35	5-25
Agregat kasar:									
(25,0 - 4,75) mm	95-100	-	25-60	-	0-10	-	-	-	-
(19,0 - 4,75) mm	100	90-100	-	10-50	0-15	-	-	-	-
(12,5 - 4,75) mm	-	100	90-100	40-80	0-20	0-10	-	-	-
(9,5-2,36) mm	-	-	100	80-100	5-40	0-20	0-10	-	-
Kombinasi agregat halus dan kasar:									
(12,5 - 8,0) mm	-	100	95-100	-	50-80	-	-	5-20	2-15
(9,5 - 8,0) mm	-	-	100	90-100	65-90	35-65	-	10-25	5-15

(Sumber: SNI 03-2461-2008)

## 2.2 Material Penyusun Beton Ringan

Bahan dasar beton terdiri dari semen, air, agregat halus, dan agregat kasar. Pada dasarnya, bahan dasar beton harus bisa mengisi satu sama lain agar beton dapat menjadi satu kesatuan. Bahan tambahan campuran adalah bahan kimia atau mineral pembantu yang ditambahkan pada saat pencampuran dengan tujuan-tujuan tertentu. (Suseno, 2010)

### 2.2.1. Semen

Semen adalah bahan perekat hidrolis-anorganik berbentuk powder halus yang mempunyai sifat pengikatan kimia (adhesif & kohesif) dan dapat membentuk senyawa baru (pasta hingga padatan), bila direaksikan dengan air dalam waktu tertentu. Semen yang sering dipakai dan sering dipakai dalam dunia konstruksi biasanya adalah semen portland. Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan clinker yang mengandung senyawa kalsium, aluminat, silikat dan ferrite dan dengan bahan tambahan yang biasa digunakan yaitu gypsum dan bahan lainnya sebagai aditif. Perbandingan bahan-bahan utama penyusun semen portland adalah kapur (CaO) sekitar 60%-65%, silika (SiO<sub>2</sub>) sekitar 20%-25%, dan oksida besi serta alumina (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) sekitar 7%-12%. Beton yang dibuat dari semen Portland biasanya memerlukan waktu kurang lebih dua minggu untuk mencapai kekuatan yang cukup pada saat cetakan dapat dibuka dan dapat memikul beban yang sesuai. Struktur beton tersebut akan mencapai kekuatan rencana setelah 28 hari dan setelah masa tersebut kekuatan beton akan terus bertambah sedikit demi sedikit (George dan Arthur, 1993).



Senyawa –senyawa yang menyebabkan terjadinya proses pengikatan dalam pengerasan semen antar lain (cahya,1984):

1. Trikalsium Aluminat ( $C_3A$ )
2. Trikalsium Silikat ( $C_3S$ )
3. Dikalsium Silikat ( $C_2S$ )
4. Tetrakalsium Alaminoferrite ( $C_4AF$ )

Ada beberapa klasifikasi jenis atau type semen yang digunakan untuk kontruksi beton :

1. Ordinary Portland Semen (OPC)

Adalah semen hidrolis yang dipergunakan secara luas untuk konstruksi umum atau bangunan yang tidak membutuhkan persyaratan khusus. Semen tipe ini memiliki kadar silika yang terbesar diantara tipe PPC dan PCC.

2. Semen Portland Pozzoland (SNI 15-0502-2004)

Suatu semen hidrolis yang terdiri dari campuran yang homogen antara semen portland dengan pozzolan halus, yang di produksi dengan menggiling klinker semen portland dan pozzolan bersama-sama, atau mencampur secara merata bubuk semen portland dengan bubuk pozzolan, atau gabunganantara menggiling dan mencampur, dimana kadar pozzolan 6% sampai dengan 40% massa semen portland pozzolan. Pozzolan adalah Bahan yang mengandung silika atau senyawanya dan alumina, yang tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen, akan tetapi dalam bentuknya yang halus dan dengan adanya air, senyawa tersebut akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada suhu kamar membentuk senyawa yang mempunyai sifat seperti semen.

3. Semen Portland Komposit (PCC) (SNI 15-7064-2004)

Bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik. Atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (blast furnace slag). Senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6%-35% dari masa semen portland komposit

Semen mempunyai sifat-sifat, diantaranya :

1. Kehalusan Butir

Pada umumnya semen memiliki kehalusan sedemikian rupa sehingga kurang lebih 80 % dari butirannya dapat menembus ayakan 44 mikron.

2. Berat Jenis dan Berat Isi

Berat jenis semen adalah 3.12 dan 3.16. Berat isi atau berat volume semen adalah sekitar 1250 kg/m<sup>3</sup>. Berat isi semen diperlukan untuk menentukan perbandingan volume pada mix desain.

### 3. Waktu Pengerasan Semen

Waktu pengerasan semen dilakukan dengan menentukan waktu pengikatan awal (initial setting) dan waktu pengikatan akhir (final setting). Namun yang paling penting adalah waktu pengikatan awal, yaitu saat semen mulai terkena air hingga terjadi pengikatan (pengerasan). Untuk mengukur waktu pengikatan biasanya digunakan alat Vicat. Untuk jenis semen Portland, waktu pengikatan awal tidak boleh kurang dari 60 menit sejak semen terkena air.

### 4. Kekekalan Bentuk

Kekekalan bentuk adalah sifat dari bubur semen yang telah mengeras, dimana bila adukan semen dibuat suatu bentuk tertentu, bentuk itu tidak berubah. Apabila benda menunjukkan adanya cacat (retak, melengkung, membesar, atau menyusut) berarti semen tersebut tidak baik atau tidak memiliki sifat tetap bentuk.

### 5. Kekuatan Semen

Kekuatan mekanis dari semen yang mengeras merupakan gambaran mengenai daya rekatnya sebagai bahan perekat (pengikat). Pada umumnya pengukuran kekuatan daya rekat ini dilakukan dengan melakukan kuat lentur, kuat tarik, atau kuat tekan (desak) dari campuran semen dan pasir.

### 6. Pengaruh Suhu

Proses pengerasan semen sangat dipengaruhi oleh suhu udara di sekitarnya. Pada suhu kurang dari 150 C, pengerasan semen akan berjalan sangat lambat. Semakin tinggi suhu udara di sekitarnya, maka semakin cepat semen mengeras.





Gambar 2.1 Sampel semen

### 2.2.2 Agregat Halus (Plastik)

Menurut (Suseno, 2010:107), plastik adalah bahan sintesis organik padat yang bersifat plastis pada saat pembuatannya sehingga mudah dicetak dengan bantuan panas maupun tekanan sesuai bentuk yang diinginkan. Plastik merupakan polimer dengan berat molekul yang sangat besar dan terbentuk dari satuan struktur monomer yang berikatan secara berulang-ulang dalam konfigurasi tiga dimensi. Monomer ini merupakan senyawa hidrokarbon yang terutama berasal dari minyak bumi, batubara, gas alam dan dari bahan alam lainnya seperti kapur, garam, belerang, selulosa, udara dan air.

Plastik ini mempunyai jenis yang bermacam-macam, bahan dasar monomer yang juga bermacam-macam dan komposisi kimia yang berbeda antara jenis yang satu dengan yang lainnya, begitu pula proporsi antar bahan dasar juga bermacam-macam sesuai dengan jenis plastik sehingga sulit untuk medeskripsikan secara umum.















ASTM D7611 membuat standar sistem kode identifikasi resin (*Resin Identification Code*, RIC) untuk memenuhi kebutuhan pengembangan daur ulang. Terdapat enam tipe resin yang sering ditemukan dalam sehari-hari dengan tujuh kategori untuk semua tipe. Kategori-kategori ini meliputi :

1. *Polyethylene terephthalate* (PETE), digunakan sebagai botol plastik untuk minuman bersoda, air mineral, jus, *beer*, dan minuman lainnya. PETE biasanya didaur ulang menjadi karpet, jaket *fleece*, dan tempat menyimpan makanan atau barang.
2. *High density polyethylene* atau Polietilen Densitas Tinggi (HDPE), digunakan dalam pembuatan botol untuk susu, kosmetik, deterjen serta produk lain dan juga sebagai

kantong plastik yang digunakan di toko eceran. Dalam bidang industry, HDPE digunakan sebagai penutup kawat dan kabel.

3. *Polyvinyl chloride* (V) atau lebih diketahui sebagai PVC, dikenal dengan sifat fisiknya yang stabil, tahan terhadap benturan, minyak dan bahan kimia lainnya. Plastik jenis ini mempunyai sifat yang kuat dalam pengaplikasian kemasan kaku.
4. *Low density polyethylene* atau Polietilen Densitas Rendah (LDPE), dikenal dengan material yang keras dan fleksibel. Digunakan untuk mengemas makanan beku dan kantong untuk produk segar serta surat kabar.
5. *Polypropylene* (PP), utilitas yang mirip dengan kode resin tiga juga ditemukan pada PP, sebuah komponen penting untuk kemasan yang fleksibel dan kaku. PP dapat ditemukan pada kotak kemasan untuk *yoghurt*, kotak bekal makanan.
6. *Polystyrene* atau Polistiren (PS), memiliki titik leleh yang relatif rendah. Biasanya digunakan untuk tempat makanan atau dikenal sebagai *styrofoam*.
7. Lain-lain, plastik yang diproduksi dari enam jenis resin yang dibuat dari salah satu kategori 1 – 6 atau terbuat lebih dari satu jenis resin dengan kombinasi berlapis-lapis

Agar lebih efektif, ASTM D7611 membuat simbol segitiga yang didalamnya terdapat angka 1 – 7 yang menetapkan tipe resin yang digunakan pada produk kemasan.

Resin	Resin Identification Code-Option A	Resin Identification Code-Option B
Poly(ethylene terephthalate)	 PETE	 PET
High density polyethylene	 HDPE	 PE-HE
Poly(vinyl chloride)	 V	 PVC
Low density polyethylene	 LDPE	 PE-LD
Polypropylene	 PP	 PP
Polystyrene	 PS	 PS
Other resins	 OTHER	 0

Gambar 2.2 Tipe Resin pada Produk Kemasan

Sumber: (ASTM D7611-13)

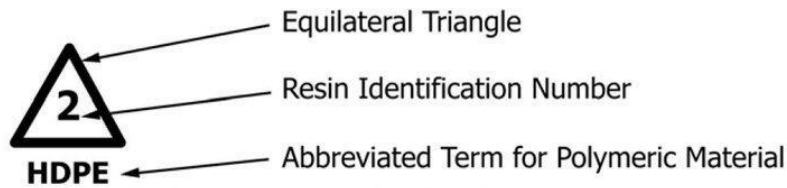


FIG. 1 Example of a Resin Identification Marker

### Gambar 2.3 Tipe Resin pada Produk Kemasan

Sumber: (ASTM D7611-13)

Dalam bukunya, (Suseno, 2010:109) juga menjelaskan jenis-jenis plastik, diantaranya adalah :

1. Polietilen (PE) adalah termoplastik yang diperoleh dari polimerisasi gas etilen, pada suhu rendah bahan ini fleksibel, mudah diolah dan dicetak, kedap air, tahan benturan, tahan bahan kimia namun bisa terbakar, sulir direkat dan tidak tahan sinar ultra violet. Jenis PE antara lain LDPE dan HDPE
2. Polipropilen (PP) adalah termoplastik yang diperoleh dari polimerisasi propilen, bersifat ringan, tembus sinar, permukaannya mengkilap, mudah diolah dan dicetak, penyusutan cetakan kecil namun ketahanan terhadap benturannya rendah, bisa terbakar, sulit direkat, ketahanan terhadap oksidasi rendah dan tidak tahan sinar ultra violet.
3. Polistiren (PS) adalah termoplastik yang diperoleh dari polimerisasi stiren, bahan ini transparan bening namun bisa diwarnai secara bening, tahan radiasi, namun tidak tahan cahaya dan cuaca, ketahanan benturannya rendah serta agak sulit diolah dan dicetak.
4. Polivinil Asetat (PVAC) adalah termoplastik yang diperoleh dari polimerisasi vinil asetat, bersifat perekat jenis emulsi dan larutan, tidak cocok untuk bahan cetakan karena kekuatannya kecil, ketahanan terhadap panas rendah dan tidak tahan bahan-bahan kimia.
5. Resin Fenol Formaldehida (PF) adalah termoset yang diperoleh dari hasil polimerisasi fenol dan formaldehida ditambah katalis agar lunak dan bisa dicetak, bersifat stabil dimensinya, tahan panas, tahan asam, isolator namun tidak tahan basa dan sulit diwarnai.
6. Resin Poliester Tak Jenuh (UP) adalah termoset yang diperoleh dari polimerisasi campuran asam maleic dan etilen glikol, bahan ini cairan encer yang mengeras dalam suhu ruang, bersifat kaku dan rapuh, tahan cuaca dan sinar ultra violet namun sifat transparan cepat rusak.

7. Resin Epoksi (EP) adalah termoset yang diperoleh dari polimerisasi campuran bisfenol A dan epiklorhidin, bahan ini bersifat perekat, kekuatannya tinggi, tahan bahan-bahan kimia, mudah diolah dan dicetak, isolator listrik namun bersifat kaku dan rapu.



(1)



(2)



(3)

*Gambar 2.4* Contoh Agregat Halus Limbah Plastik. (1) Botol plastik tipis bekas air mineral, (2) tutup botol air mineral dan limbah plastik lain yang lebih tebal, (3) *PVC*.

Sumber: Data Pribadi



### 2.2.3 Agregat Kasar (Batu Bata Pecah)

Batu bata yang digunakan sebagai agregat pembentuk beton ringan termasuk dalam agregat buatan. Definisi batu bata merah dalam (SNI 15-2094-2000) merupakan bahan material bangunan yang digunakan dalam konstruksi dinding bangunan, bahan tersebut dibuat dari tanah liat dengan atau tanpa ditambahkan bahan-bahan lain dan dibakar pada suhu yang cukup tinggi.

Sifat agregat ini sangat bergantung pada bahan dasarnya yakni tanah liat, yang menyebabkan variasi dari agregat yang dibentuknya. Pecahan dari bahan sebagai agregat halus bersifat : (1). seperti pasir, (2). sedikit menaikkan kekuatan mortar dan (3). menaikkan sifat hidrolis mortar. (Mulyono, 2003:287)



Gambar 2.5 Contoh Agregat Kasar Batu Bata Pecah

### 2.2.4. Air

Dalam pembuatan beton, air merupakan bahan dasar yang cukup penting oleh karena itu air yang digunakan harus memiliki kualitas yang baik dan sebelumnya dicampurkan harus dipastikan bahwa air tersebut tidak tercampur dengan bahan-bahan yang dapat mengakibatkan kerusakan pada beton contohnya seperti senyawa kimia, asam alkali, klorida, benda-benda melayang, zat organik, senyawa sulfat, lumpur, garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton.

Air dibutuhkan sebagai pembuatan beton agar mengalami reaksi kimiawi dengan semen karena tanpa adanya air semen tidak dapat mengeras serta mampu menjadi pelekak antara butir-butir agregat dan membuat pasta semen lebih mudah dikerjakan. Perbandingan yang digunakan untuk air terhadap semen sangat diperlukan ketika membuat beton, yang seringkali kita sebut dengan faktor air semen (FAS).

Air yang dibutuhkan untuk pencampuran dengan semen hanya sekitar 25%-30% dari berat semen, namun ketika dilakukan dalam lapangan faktor air semen yang kurang dari 35% akan sangat sulit untuk di aduk dan sulit dikerjakan. Akan tetapi jumlah air untuk pelicin pada adukan beton tidak boleh terlalu banyak karena dapat mempengaruhi beton setelah mengeras yaitu beton akan porous sehingga kekuatannya akan rendah (Tjokrodinuljo, 2007).



Gambar 2.6 Sampel air

#### 2.2.5. Abu Sekam Padi

Pozzolan adalah bahan yang mengandung silika atau senyawanya dan alumina, yang tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen, akan tetapi dalam bentuknya yang halus dan dengan adanya air, senyawa tersebut akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada suhu kamar membentuk senyawa yang mempunyai sifat seperti semen.

Abu sekam padi (*Rice Husk Ash, RHA*) diperoleh dengan membakar sekam padi. Sebelum dibakar, sekam padi harus dikeringkan dibawah sinar matahari atau menggunakan oven dengan suhu 700-800°C. Dikarenakan, sekam padi yang lembap akan mempengaruhi kandungan silika yang ada di dalam abu sekam padi. Material ini terdiri dari 80 – 90 % silika, 0,41 % – 5,91 % karbon, dan alkali oksida 0,95 – 4,61 %, abu sekam padi merupakan material bersifat pozzolan yang dapat memberikan karakteristik penting untuk memperbaiki sifat beton segar.

Tabel 2.4 Komposisi Campuran Beton dengan Abu Sekam Padi

**Table 1—Physical and chemical properties of cement and ashes**

Analysis, %	Cement	RHA	CHA	FA
SiO <sub>2</sub>	21.4	88.4	42.5	58.5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.1	0.21	17.7	28.6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.2	1.1	8.17	7.41
CaO	66.1	1.3	4.3	2.2
MgO	1.1	0.2	0.71	0.95
SO <sub>3</sub>	3.1	0.4	0.55	0.7
Na <sub>2</sub> O	0.04	0.4	0.93	0.66
K <sub>2</sub> O	0.77	1.77	0.82	2.1
Loss on ignition	3.4	2.8	6.51	2.2
Specific surface area (BET), ft <sup>2</sup> /lb (m <sup>2</sup> /kg)	2002 (410)	118,155 (24,200)	97,649 (20,000)	15,511 (3177)
Mean particle size, in. (μm)	0.00039 (9.95)	0.00016 (4.12)	0.00025 (6.41)	0.00028 (7.10)

Sumber: (Arel dan Aydin, *ACI Materials Journal*)

Dalam *ACI Materials Journal*, disebutkan bahwa bahan tambah berupa abu sekam padi sebanyak 20 % dari semen memiliki kuat tekan lebih besar 15,3 % dan campuran ini menunjukkan kuat tekan dan kuat tarik yang paling tinggi.



Gambar 2.7 Sampel abu sekam padi

### 2.3. Batako

Campuran pembentuk batako sebagai bahan konstruksi adalah antara semen, pasir dan air yang kemudian di press kedalam cetakan yang sesuai dengan standart. Menurut PUBI-1982 batako atau batu cetak tras-kapur adalah bata yang dibuat dengan mencetak dan memelihara dalam suasana lembab, campuran tras, kapur dan air dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya. Batako merupakan bahan bangunan yang biasanya digunakan untuk pasangan dinding atau dinding tembok. Jenis batako ada 2 golongan, yaitu batako padat dan batako berlubang. Sifat peredam panas yang dimiliki oleh batako berlubang lebih baik daripada bratako padat dengan menggunakan bahan dan ketebalan yang sama.

Batako mempunyai sifat – sifat panas dan ketebalan total yang lebih baik daripada beton padat. Batako dapat disusun 4 kali lebih cepat dan cukup untuk semua penggunaan yang biasanya menggunakan batu bata. Dinding yang dibuat dari batako mempunyai keunggulan dalam hal meredam panas dan suara. Semakin banyak produksi batako semakin ramah terhadap lingkungan daripada produksi batu bata tanah liat karena tidak harus dibakar (Harun Mallisa, 2011). Beberapa jenis bata beton menurut SNI 03-0349-1989 yaitu :

- a. Bata beton pejal
- b. Bata beton berlobang

#### 2.3.1. Bata Beton Berlubang

Menurut SNI 03-0349-1989, Bata beton berlubang merupakan bata yang terbuat dari campuran bahan perekat hidrolis atau semacannya yang akan ditambah dengan agregat dan air dengan atau tanpa bahan pembantu lainnya. Pada beton berlubang memiliki luas penampang lubang lebih dari 25% luas penampang batanya dan volume lubang lebih besar dari 25% volume batanya.





Gambar 2.8 Bata Beton Berlubang setelah dilepas dari bekisting



Gambar 2.9 Bata beton Berlubang

Sumber dari CV.Wisaga PM

Beberapa merupakan hal-hal yang dapat mempengaruhi mutu bata beton berlubang, antara lain :

### 1. Faktor Air Semen

FAS merupakan suatu perbandingan dari berat air dengan semen dalam suatu *mix design*, dan sangat berpengaruh terhadap *mix design* bata beton berlubang dalam hal kekuatan maupun kemudahan dalam pengerjaan (*workability*). Untuk nilai faktor air semen ini berkisar antara 0,3 sampai 0,6 atau bisa disesuaikan dengan kondisi saat pencampuran. Faktor Air Semen ini untuk memudahkan pembuatan bata beton berlubang yang dibuat pada batas kondisi adukan legas tanah, agar adukan didapatkan secara maksimal. Mengetahui hal tersebut, maka dalam pembuatan bata

beton berlubang tidak memiliki patokan angka untuk faktor air semen, karena sangat bergantung dengan campuran penyusunannya (Sari, 2010).

## **2. Sifat Agregat**

### **a. Kekerasan Agregat**

Bata beton berlubang mempunyai kekuatan dan kekerasan yang tinggi, untuk perlu adanya agregat yang memiliki kekerasan yang tinggi pula. Namun untuk kekerasan agregat tergantung pada kandungan silika, semakin tinggi kandungan silika pada agregat maka semakin keras pula agregat tersebut.

### **b. Susunan Besar Butir Agregat**

Bata beton berlubang harus tersusun dari berbagai macam ukuran agregat. Hal ini dapat mengurangi penggunaan air dan semen dalam pembuatannya, karena celah antar butiran yang agak besar dapat terisi oleh butiran yang lebih kecil. Ukuran butiran pada bata beton berlubang yang dibutuhkan yaitu yang lebih besar dari saringan nomor 200 (0,074 mm).

### **c. Kebersihan Agregat**

Kebersihan antara agregat sangat penting untuk diperhatikan, agregat tidak boleh mengandung zat organik, garam sulfat, lemak, lumpur dan sebagainya. Karena bahan-bahan tersebut dapat menghambat pengikatan semen dan agregat selain itu mengurangi kekuatan pada bata beton tersebut

## **3. Umur Bata Beton Berlubang**

Semakin bertambahnya umur bata beton berlubang, maka kuat tekannya pun akan bertambah tinggi atau semakin kuat. Standart kekuatan pada bata beton berlubang yang dipakai adalah kekuatan pada umur 28 hari, apabila diinginkan untuk mengetahui kekuatan bata beton berlubang pada umur 28 hari, maka dapat dilakukan pengujian kuat tekan pada umur 3 atau 7 hari dan hasilnya dapat dikalikan dengan faktor tertentu untuk mendapatkan perkiraan kuat tekan bata beton berlubang pada umur 28 hari.

## **4. Kepadatan Bata Beton Berlubang**

Kepadatan bata beton berlubang dapat berpengaruh pada kekuatannya, maka campurannya harus dibuat sepadat mungkin. Karena adanya kepadatan yang lebih ini dapat memungkinkan bahan dapat menjadi semakin keras dari sebelumnya yang tidak dipadatkan, serta untuk membantu merekatnya bahan campuran pembuatan bata beton berlubang dengan semen yang dibantu dengan air (Haryanto, 2011).

### 2.3.2. Syarat Mutu Bata Beton

#### 2.3.2.1. Pandangan luar

Bidang permukaannya harus tidak cacat. Bentuk permukaan lain yang didesain, diperbolehkan. Rusuk-rusuknya siku satu terhadap yang lain, dan sudut rusuknya tidak mudah dirapihkan dengan kekuatan jari tangan(SNI 03-0349-1989).

#### 2.3.2.2. Ukuran dan toleransi

Berdasarkan **SNI 03-0349-1989** ukuran bata beton harus sesuai dengan tabel sebagai berikut :

Tabel 2.5. Ukuran bata beton

JENIS	UKURAN			TABEL DINDING SEKATAN LOBANG ,MINIMUM	
	PANJANG	LEBAR	TEBAL	LUAR	DALAM
1. PEJAL	390 + 3 -5	90 ± 2	100 ± 2	-	-
2. BERLOBANG					
a. KECIL	390 + 3 -5	190 + 3 -5	100 ± 2	20	15
b. BESAR	390 + 3 -5	190 + 3 -5	200 ± 3	25	20

### 2.3.2.3. Syarat fisis

Bata beton harus memenuhi syarat-syarat fasis berdasarkan **SNI 03-0349-1989** sebagai berikut :

**Tabel 2.6.** Syarat-syarat fisis bata beton

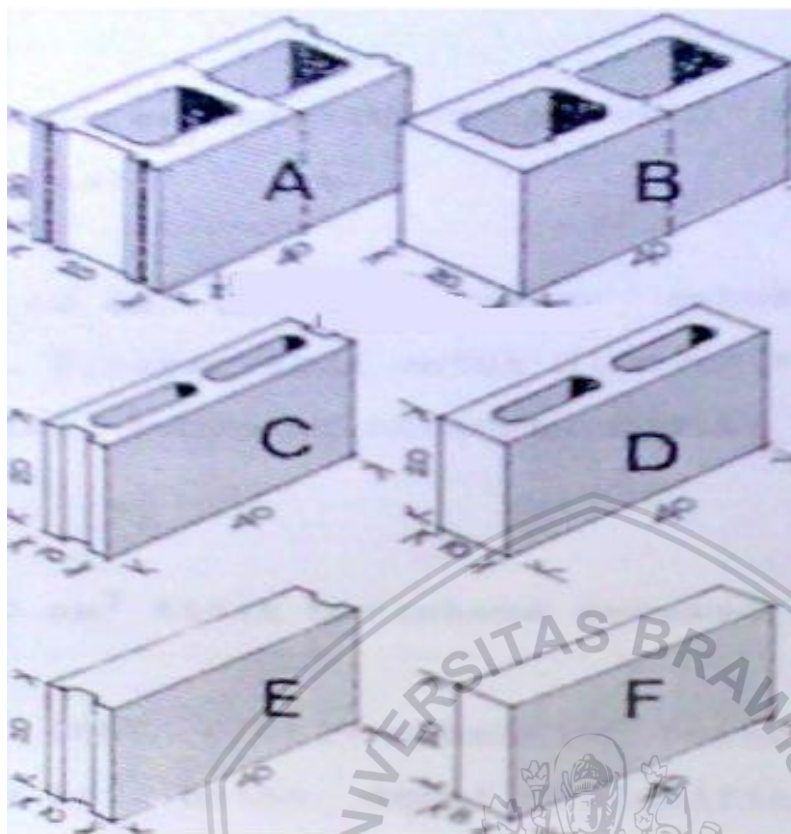
Syarat fisis	Satuan	Tingkat mutu bata beton pejal				Tingkat mutu bata beton berlubang			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1. Kuat tekan bruto* rata-rata min.	kg/cm <sup>2</sup>	100	70	40	25	70	50	35	20
2. Kuat tekan bruto masing-masing benda uji min.	kg/cm <sup>2</sup>	90	65	35	21	65	45	30	17
3. Penyerapan air rata-rata maks.	%	25	35	-	-	25	35	-	-

\*) Kuat tekan bruto adalah beban tekan keseluruhan pada waktu benda coba pecah dibagi dengan luas ukuran nyata dari bata termasuk luas lubang serta cekungan tepi

### 2.3.3. Tipe-tipe Batako

Menurut Supribadi, 1986 berdasarkan tipe-tipenya batako memiliki 6 tipe yaitu :

1. **Tipe A : Ukuran 20.20.40 cm** berlubang untuk tembok/dinding pemikul dengan tebal 20 cm.
2. **Tipe B : Ukuran 20.20.40 cm** berlubang untuk tembok/dinding tebal 20 cm sebagai penutup pada sudut-sudut dan pertemuan-pertemuan.
3. **Tipe C : Ukuran 10.20.40 cm** berlubang dipergunakan sebagai penutup dinding pengisi dengan tebal 10 cm dan memiliki void di sisinya.
4. **Tipe D : Ukuran 10.20.40 cm** berlubang sebagai dinding pengisi pemisah dengan tebal 10 cm.
5. **Tipe E : Ukuran 10.20.40 cm** tidak berlubang untuk tembok-tembok setebal 10 cm. Dipergunakan untuk dinding pengisi atau pemikul sebagai hubunan sudut-sudut dan pertemuan-pertemuan
6. **Tipe F : Ukuran 8.20.40 cm** tidak berlubang sebagai dinding pengisi



Gambar 2.10 Tipe-tipe batako(Hendratmo:2010)

#### 2.3.4. Kelebihan dan Kekurangan

##### 2.3.4.1. Kelebihan Batako

1. Cara pemasangan saat dilapangan lebih cepat daripada batu bata
2. Lebih ekonomis namun juga ramah lingkungan
3. Apabila luasan batako sama dengan batu bata, beratnya  $\frac{1}{3}$  dari batu bata
4. Mampu menjadi peredam yang baik daripada batu bata

##### 2.3.4.2. Kekurangan Batako

1. Lemah apabila digunakan untuk menahan atau peredam panas
2. Jika dibuat tidak sesuai dengan standart atau apa adanya kekuatannya akan jauh lebih rendah dari pada batu bata



## 2.4. Serat Benang

Serat merupakan bahan baku yang paling utama untuk tekstil. Serat adalah benda padat yang mempunyai ciri atau bentuk khusus yaitu ukuran panjangnya relatif lebih besar dari ukuran lebarnya. Serat diperoleh/berasal dari alam dan buatan.

### 2.4.1 Serat Alam

Serat alam (natural fibers), adalah serat nabati/dari tumbuh-tumbuhan (seperti kapas, linen, ramie, kapok, rosela, jute, sisal, manila, coconut, daun/sisal, sabut) dan serat hewani (seperti wool, sutera, cashmere, llama, unta, alpaca, vicuna).

#### A. Serat Nabati/Alam Tumbuhan

##### 1. Kapas

Kapas adalah bulu biji pohon kapas dan bergantung pada bibit dan daerah penanamannya. Kapas berisifat pipih dan berpilin pilin. Pilin ini asli, sehingga dapat mencegah serabut serabut bergelincir saat dipintal, hal ini menjadi ciri benang kapas lebih teguh, hal ini menjadi ciri benang kapas lebih kuat dibanding lainnya secara staple. Kain yang dihasilkan oleh kapas akan mempunyai keenakan dipakai karena sifatnya menyerap air yang baik, dengan proses mercerisasi kapas akan mempunyai kilau seperti sutera.

##### 2. Lenan

Lenan juga disebut Vlas/ flaks, bahan ini diperoleh dari kulit pohon Vlas. Vlas tidak berpilin seperti halnya kapas, tetapi dinding vlas lebih tebal dibanding kapas, sehingga kekuatannya besar. Untuk membedakan kain kapas dengan lenan adalah menghadapkan kain tersebut pada cahaya matahari atau lampu, pada kain kapas akan terlihat rata dibanding lenan. Kain kapas kurang kuat dibanding dengan lenan, tetapi kain lenan lebih kaku dibanding kapas. Kain lenan lebih baik daya serapnya dibanding kapas, maka lebih baik untuk lap atau handuk.

## B. Serat Hewani/Alam Binatang

### 1. Wol

Serat wol adalah bulu domba atau biri biri. Jenis wol bermacam-macam bergantung dari asal dan bagian bagian tubuhnya. Ciri-ciri wol adalah dindingnya terdiri dari sisik sisik tertindih satu sama lain seperti sisik ikan.

### 2. Sutera

Sutera adalah benang yang dibelitkan oleh ulat sutera pada badannya sebelum ia menjadi kepompong, yaitu bentuk ulat sebelum menjadi kupu kupu. Kain terbuat dari benang sutera akan mempunyai kilap atau kilau yang baik, kainnya menghisap air tanpa lembab. Kainnya halus dan tenunannya tidak lekas kusut tetapi ada sutera kasar sedikit kilaunya. Tenunan dari sutera ini seperti kapas tetapi jika dikepal akan bergemerisik. Tenunan yang terbuat sutera liar akan memberikan hasil yang kurang dibanding sutera asli dalam hal keratannya, sehingga tenunannya kasar biasa disebut Shantung. Kainnya kasar kurang kilaunya dan mudah kusut.

## 2.4.2 Serat Buatan

Serat buatan (man made fibers), adalah artificial fiber (seperti rayon, acetate), synthetics fiber (seperti polyester/tetoron, acrylic, nylon/poliamida), dan mineral (seperti asbes, gelas, logam).

### 1. Rayon

serat ini adalah tiruan yang menyerupai sutera seperti halnya sutera serat rayon panjang. Kain rayon mempunyai sifat lekas kusut, tidak cepat kotor, dan mudah dibersihkan. Kain rayon yang mempunyai tetral dan anyaman yang jarang akan mengakibatkan benangnya mudah digelintir, kain ini terasa dingin, lembut dan lunak.

### 2. Polyester

Serat ini mempunyai kekuatan mulur yang baik. Serat ini paling banyak dipergunakan karena sifatnya mudah dalam penanganan, tahan kusut dan awet. Kain yang terbuat dari serat ini jika masih baru mengandung zat anti statistic.

Zat ini hilang saat pencucian, kain ini tidak mudah kusut, tidak enak dipakai, tetapi dengan mencampurkan dengan kapas akan menghasilkan kain yang enak.

### 3. Nylon

Penampang Nylon hampir sama dengan poliester, kekuatan dan kehalusan lebih baik, lebih lembut, dan daya lenturnya tinggi. Kain ini yang terbuat dari nylon lebih transparan dibanding dengan poliester tetapi daya serapnya kurang dan mudah berbulu.

## 2.5. Uji Kuat Lentur Batako

Pengujian kuat lentur beton bertujuan untuk memperoleh kuat lentur beton untuk keperluan perencanaan struktur. Kuat lentur dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_l = \frac{3.P.L}{2.b.d^2} \dots\dots\dots(2-4)$$

dengan :

$\sigma_l$  = kuat lentur benda uji (MPa)

P = beban maksimum (kg)

L = panjang tumpuan (cm)

b = lebar benda uji (cm)

d = tinggi benda uji (cm)

## 2.6. Uji Kuat Tekan Batako

Kuat tekan (Compressive strength) adalah suatu bahan yang merupakan perbandingan besarnya beban maksimum yang dapat ditahan dengan luas penampang bahan yang mengalami gaya tersebut (Mariq R.2009). Kuat tekan batako mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan.

Untuk cara pengujian kuat tekan pada batako dilakukan dengan metode pengujian kuat tekan untuk batako berdasarkan SNI-03-0348-1989-7. Lalu dari hasil yang sudah didapatkan dibuat grafik hubungan antara umur dan kuat tekan rata ratanya. Pada tegangan biasanya akan disimbolkan  $f$ , dengan menganggap bahwa tegangan terdistribusi dengan merata dalam satuan penampang dan disebutkan pengertian dari tegangan adalah gaya persatuan luas, maka rumus dari tegangan dapat digambarkan sebagai berikut :

$$f = \frac{P}{A} \dots\dots\dots 2.5$$

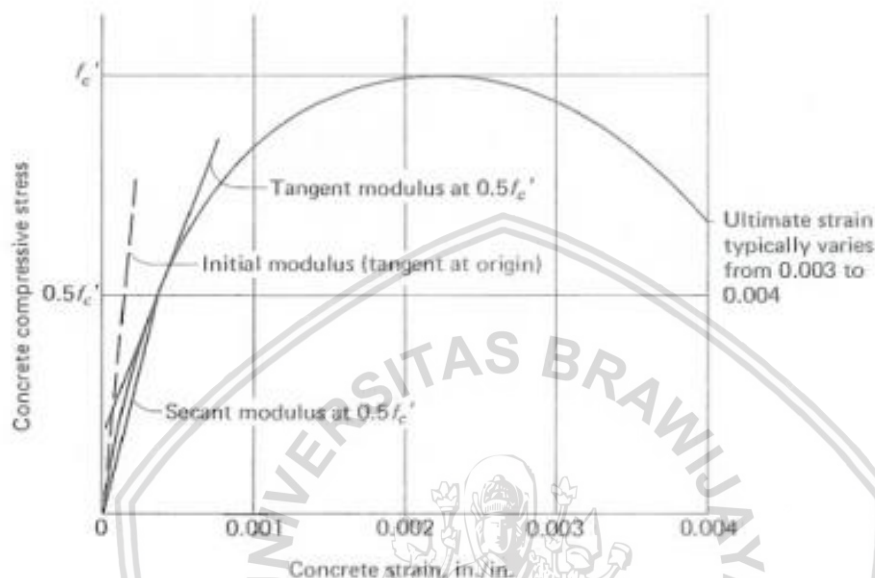


Dimana:

$f$  = Tegangan (kg/cm<sup>2</sup>)

$P$  = Beban Maksimum (kg)

$A$  = Luas Penampang Tekan (cm<sup>2</sup>)



**Gambar 2.11** Hubungan Tegangan – Regangan Beton Normal

## 2.7 Hipotesis Penelitian

1. Semakin banyak jumlah serat benang maka semakin tinggi kekuatan tekan pada batako
2. Semakin banyak jumlah serat benang maka semakin tinggi kekuatan lentur pada batako

### **BAB III**

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang. Penelitian ini dimulai pada bulan Januari 2018 semester genap sampai selesai.

### **3.2 Bahan Penelitian**

Dalam penelitian ini digunakan beberapa bahan penelitian untuk mencapai tujuan penelitian, yaitu diantaranya :

#### **3.2.1 *Pozzolan Portland Cement***

Pozzolan Portland Cement yang digunakan pada penelitian ini adalah merek semen gresik 40 kg, dalam kondisi tersegel dan tidak terjadi gumpalan pada kemasan semen.

#### **3.2.2 Serat Benang (benang katun)**

Benang yang dipakai di penelitian kali ini adalah benang katun. Benang katun berfungsi tulangan pada batako. Pada penelitian ini serat benang katun akan dipakai variasi 2, 4, dan 6 serat benang pada 18 sample.

#### **3.2.3 Agregat**

##### **3.2.3.1 Agregat Kasar**

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini yaitu batu bata sebagai pengganti kerikil. Untuk spesifikasi agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini yaitu 0,5 cm – 2 cm. Agregat yang digunakan diperoleh dari Malang dengan melalui proses pengujian sebelum digunakan.

##### **3.2.3.2 Agregat Halus**

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini yaitu plastik berupa botol plastik kemasan air mineral, tempat plastik untuk es krim, botol jerigen dan pipa sebagai pengganti pasir. Agregat yang digunakan diperoleh dari Malang melalui tahap pengumpulan,

pemotongan, serta penggilingan hingga menjadi potongan – potongan kecil sebelum siap digunakan. Ukuran tebal dari plastik setelah penggilingan yaitu setebal 0,5-1 mm.

#### **3.2.4 Air**

Air yang digunakan pada penelitian ini yaitu diambil dari Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.

#### **3.2.5 Abu Sekam Padi**

Sekam padi yang digunakan yaitu berasal dari daerah singosari, yang kemudian dibakar dan abu dari sekam tersebut diambil dan di saring. Abu sekam padi digunakan sebagai bahan tambah sebanyak 20% dari total semen yang digunakan.

### **3.3 Peralatan Penelitian**

Dalam penelitian ini digunakan beberapa peralatan untuk mempersiapkan material sampai pembuatan benda uji, meliputi :

#### **3.3.1 Saringan**

Pada penelitian ini digunakan saringan untuk analisis agregat kasar (batu bata) dan agregat halus (plastik) dalam menentukan gradasi.

#### **3.3.2 Timbangan**

Timbangan digunakan untuk menimbang berat material penyusun beton dan benda uji. Timbangan yang digunakan yaitu timbangan dengan kapasitas 200 kg dengan ketelitian 10 gr.

#### **3.3.3 Cetakan / bekisting**

Pada penelitian ini digunakan cetakan atau bekisting untuk benda uji pada batako dengan panjang 40cm, lebar 10cm, dan tinggi 20cm.

#### **3.3.4 Mesin Pengaduk Beton (*Concrete Mixer*)**

Mesin pengaduk beton digunakan untuk mengaduk campuran material penyusun beton.

### 3.3.5 Alat Uji Tekan (*Compression Testing Machine*)

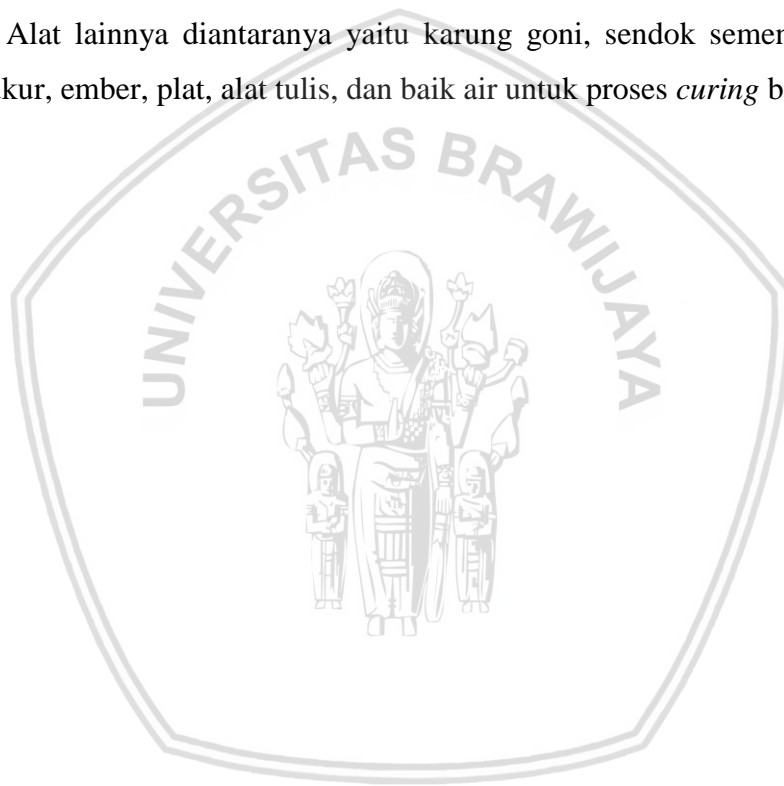
Alat uji tekan digunakan untuk mengetahui kuat tekan dari benda uji beton sesungguhnya. Alat uji dalam penelitian ini adalah *Compression Test Machine*.

### 3.3.6 *Ultimate Testing Machine* (UTM)

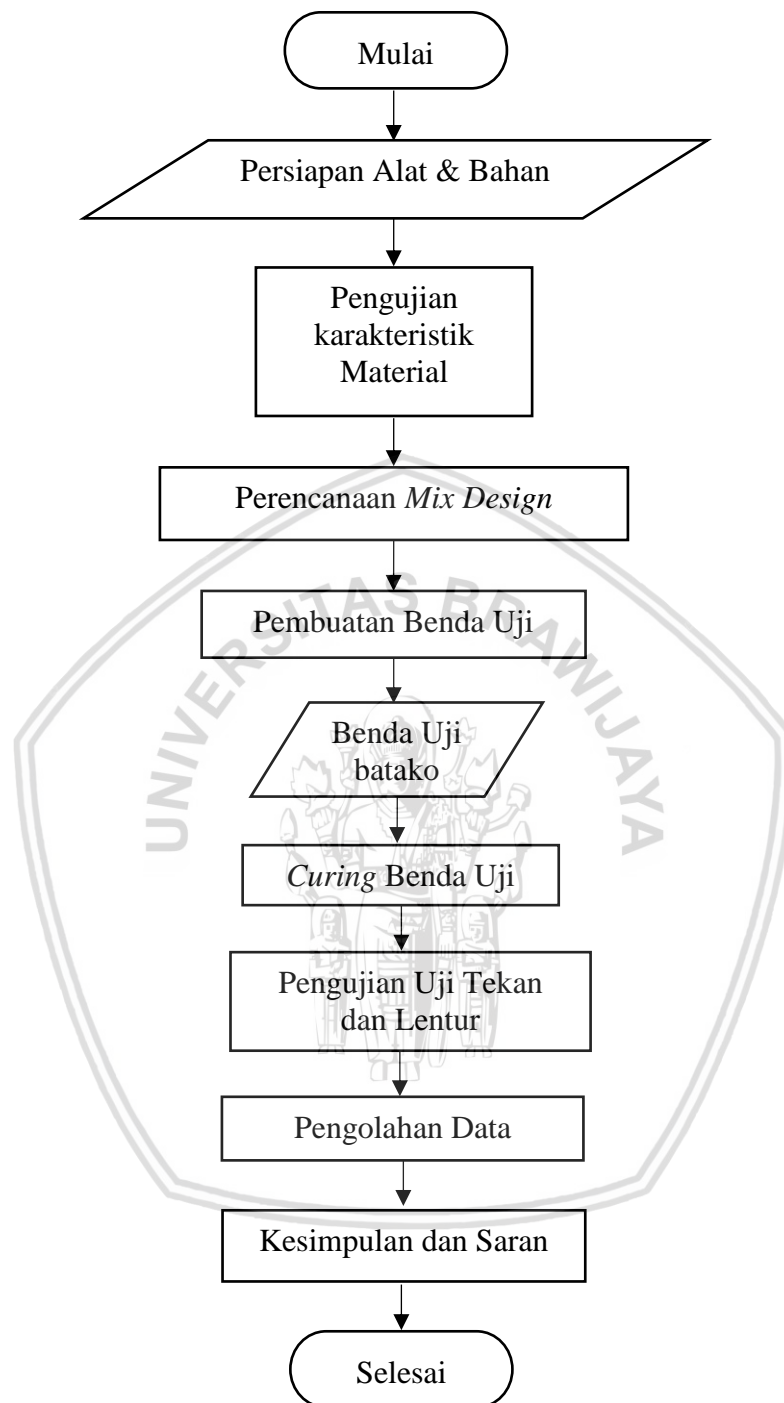
UTM merupakan sebuah mesin pengujian yang dapat berfungsi untuk menguji tegangan tarik dan kekuatan tekan bahan atau material. Pada penelitian ini, kuat lentur akan diuji menggunakan UTM.

### 3.3.7 Alat Lainnya

Alat lainnya diantaranya yaitu karung goni, sendok semen, talam, mistar pengukur, ember, plat, alat tulis, dan bak air untuk proses *curing* benda uji.



### 3.4 Diagram Alir Pengujian



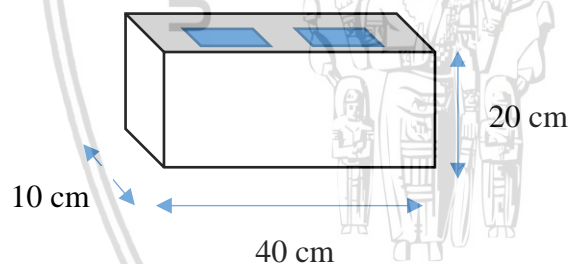
### 3.5 Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan batako berbentuk balok dengan menggunakan agregat halus butiran plastik dengan komposisi serat benang yang berbeda-beda setiap 6 sample.

Pengujian ini dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh perbedaan variasi serat benang yang mempengaruhi kuat tekan dan kuat lentur balok dengan panjang 40cm, lebar 10cm, dan tinggi 20cm. Dan diuji kuat tekan dan kuat lentur pada umur 28 hari. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.1

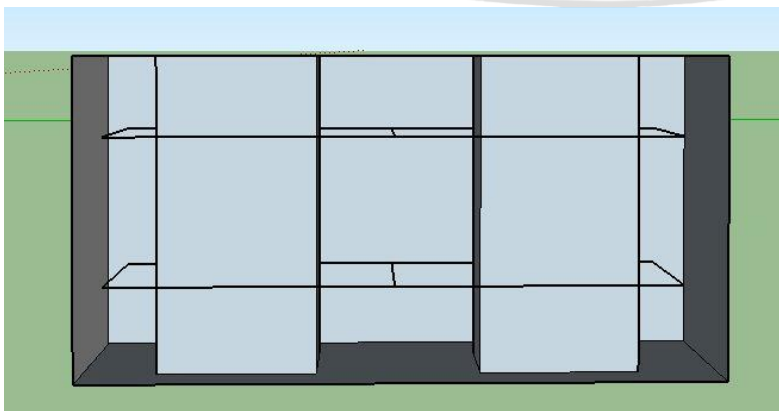
**Tabel 3.1** Rancangan Penelitian Beton Ringan

Benda Uji	Variasi Jumlah Serat Benang		
	2	4	6
	2 : 0,66 : 1,3	2 : 0,66 : 1,3	2 : 0,66 : 1,3
Batako Berlubang	6	6	6

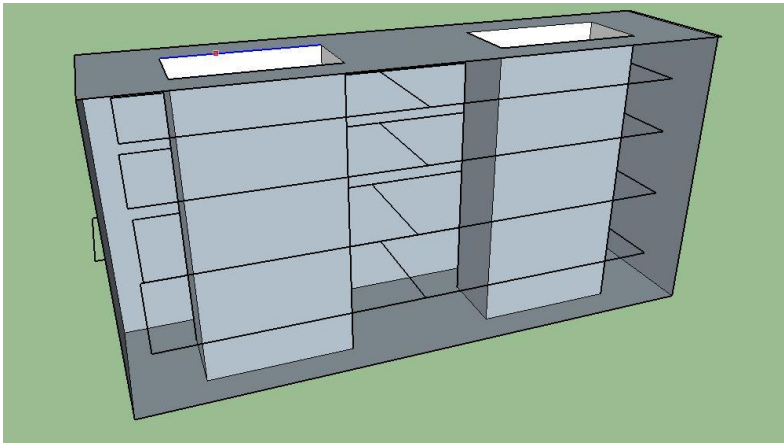


**Gambar 3.1** Bentuk Benda Uji Kuat Tekan dan Kuat Lentur

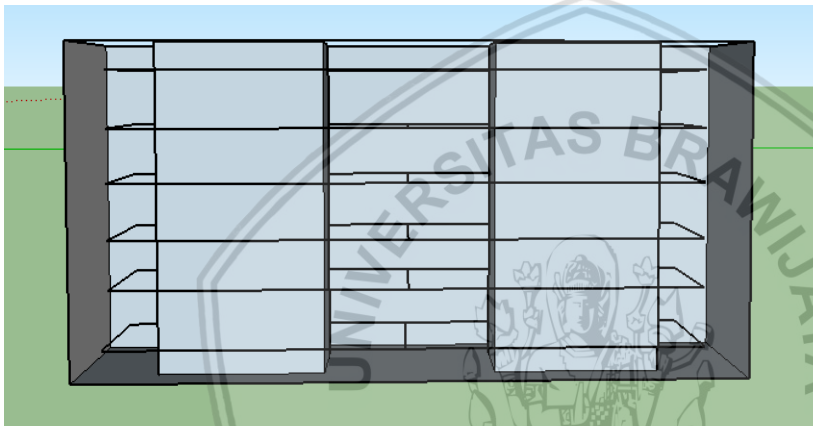
Berikut merupakan contoh benda uji yang akan digunakan :



**Gambar 3.2** Bentuk Benda Uji Batako Beton Plastik dengan 2 serat benang



**Gambar 3.3** Bentuk Benda Uji Batako Beton Plastik dengan 4 serat benang



**Gambar 3.4** Bentuk Benda Uji Batako Beton Plastik dengan 6 serat benang

**Tabel 3.2** Faktor Benda Uji Kuat Tekan dan Kuat Lentur

faktor	Taraf/Level	Keterangan
Wa(Serat Benang)	1	2 serat benang
	2	4 serat benang
	3	6 serat benang

**Tabel 3.3** Variasi Benda Uji Kuat Tekan dan Kuat Lentur

Uji Tekan & Uji Lentur		W (Serat Benang)	
+	Wa1+	Wa2+	Wa3+
-	Wa1-	Wa2-	Wa3-



Keterangan :

Wa1+ = Serat benang 2, Tekan

Wa1- = Serat benang 2, Lentur

Wa2+ = Serat benang 4, Tekan

Wa2- = Serat benang 4, Lentur

Wa3+ = Serat benang 6, Tekan

Wa3- = Serat benang 6, Lentur

### 3.6 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang akan diukur adalah sebagai berikut:

1. Variabel bebas (*independent variable*), yaitu variabel yang bebas ditentukan oleh peneliti. Dalam penelitian ini, yang menjadi variabel bebas yaitu variasi jumlah benang.
2. Variabel terikat, yaitu variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas. Variabel terikat dari penelitian ini yaitu kuat tekan dan kuat lentur.

### 3.7 Prosedur Penelitian

#### 3.7.1 Pengujian Bahan Dasar

Pengujian bahan dasar yang akan digunakan mengacu pada buku petunjuk praktikum teknologi beton dari Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya. Bahan dasar yang diuji adalah agregat halus (plastik) dan agregat kasar (Batu bata). Unsur-unsur dalam pengujian karakteristik agregat halus dan kasar.

#### 3.7.2 Pembuatan Benda Uji

Langkah-langkah pembuatan benda uji balok adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan material penyusun beton sesuai dengan *mix design*.
2. Menyiapkan peralatan yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji.
3. Bahan – bahan material tersebut dimasukkan ke dalam alat pengaduk beton kemudian diaduk selama kurang lebih 15 menit.
4. Setelah pengadukan selesai, dilakukan pengukuran nilai *slump* pada setiap variasi.

5. Cetakan/bekisting disiapkan dengan memberikan lapisan tipis dari oli dan memasang tulangan detail sesuai perencanaan.
6. Setelah itu campuran beton di masukkan ke dalam cetakan/bekisting.

### 3.7.3 Perawatan Benda Uji

Setelah 24 jam cetakan benda uji batako dilepaskan dan dilakukan perawatan dengan tujuan agar semen terhidrasi dengan sempurna. Perawatan benda uji meliputi dua cara antara lain:

1. Benda uji direndam dalam bak berisi air.
2. Benda uji diselimuti dengan karung goni basah dan tiap hari dibasahi terus menerus dengan air.

Pada penelitian ini digunakan perawatan benda uji dengan cara benda uji diselimuti karung goni basah dan dibasahi terus menerus tiap harinya dengan air selama 7 hari. Waktu perawatan benda uji disamakan setiap variasi benda uji sesuai dengan waktu pengecorannya. Pada penelitian ini perawatan beton dihentikan 28 hari setelah tanggal pengecoran.

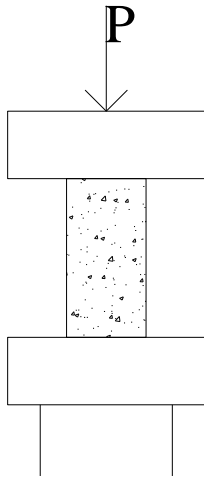
### 3.7.4 Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang mengakibatkan beton tersebut hancur pada gaya tertentu oleh mesin penguji. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan beton pada umur 28 hari berdasarkan standart ASTM C-39 (*Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*). .

Prosedur yang dilakukan dalam pengujian kuat tekan adalah sebagai berikut:

1. Sebelum dilakukan pengujian, benda uji terlebih dahulu ditimbang untuk mendapatkan berat benda uji dan kerapatan beton sebagai data tambahan.
2. Pada permukaan atas benda uji dilapisi (*caping*) dengan mortar belerang dengan tujuan agar tegangan yang diberikan mesin penguji dapat terdistribusi secara merata pada permukaan beton.
3. Benda uji diletakkan pada mesin uji secara sentris.
4. Mesin uji tekan dijalankan dengan penambahan beban secara konstan hingga benda uji hancur.

5. Beban saat beton hancur dicatat untuk mendapatkan beban maksimum yang dapat diterima beton.



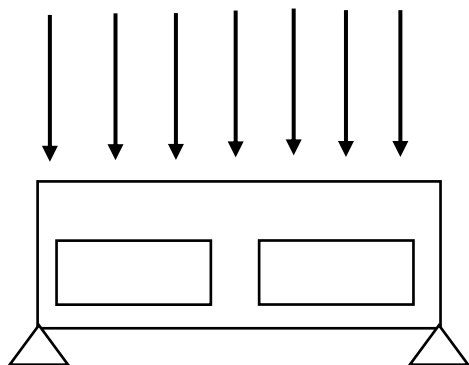
**Gambar 3.5** Skema Pengujian Kuat Tekan Batako

### 3.7.5 Pengujian Kuat Lentur

Maksud dan tujuan pada pengujian kuat lentur yaitu untuk mendapatkan parameter kuat lentur dari hasil pengujian di laboratorium dan memakai konsep gelagar sederhana dengan sistem beban titik ditengah.

Prosedur yang dilakukan dalam pengujian kuat lentur adalah sebagai berikut:

1. Meletakkan benda uji pada kedua tumpuan dan diletakkan pada pelat bawah mesin pembebanan serta diukur jarak bentang kedua tumpuan
2. Pasang bagian penekan beban pada bagian atas mesin penekan
3. Atur unit tumpuan bawah dimana benda uji diletakkan sehingga penekan beban berada pada tengah bentang
4. Posisikan jarum skala gaya pada angka 0.
5. Menjalankan mesin penguji dengan penambahan beban yang konstan.
6. Lakukan pembebanan sampai benda uji hancur.
7. Catat beban maksimum yang mampu ditahan



**Gambar 3.6** Skema Pengujian Kuat Lentur Batako

### 3.8 Metode Analisis Data

#### 3.8.1 Pemeriksaan Slump

(Tempat, Tanggal)

**Tabel 3.4** Tabel hasil pengujian uji slump.

NO	Komposisi	Tahap Pengecoran	Nilai Slump (cm)
1	2 ; 0,66 ; 1,3	Pertama	
2		Kedua	
3		Ketiga	
4		Keempat	

#### 3.8.2 Berat Volume Batako Berlubang

Tabel 3.5 Berat Volume Benda Uji Batako Ringan

No	Kode Benda Uji	Umur (Hari)	Berat(kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Berat Volume (kg/m <sup>3</sup> )	Berat Volume (kg/m <sup>3</sup> )	Berat Volume rata-rata (kg/m <sup>3</sup> )
1							
2	Wa1+						
3							
4							
5	Wa1-						
6							
7							
8	Wa2+						
9							
10							
11	Wa2-						
12							
13							
14	Wa3+						
15							
16							
17	Wa3-						
18							

### 3.8.3 Hasil Uji Kuat Tekan

Dari pengujian yang telah dilakukan diambil data-data yang diperlukan.

Tabel 3.6 Tabel hasil pengujian kuat tekan

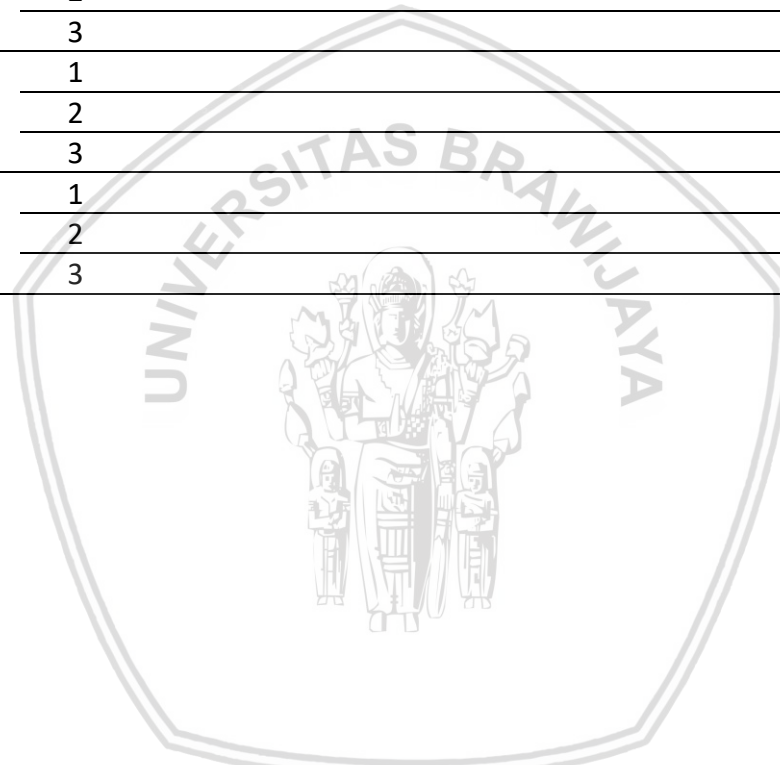
NO	KODE MIX DESIGN	No. Sample	Beban (kN)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)	Penurunan (mm)
		1					
1	Wa1+	2					
		3					
		1					
2	Wa2+	2					
		3					
		1					
3	Wa3+	2					
		3					

### 3.8.2 Hasil Uji Kuat Lentur

Dari pengujian yang telah dilakukan diambil data-data yang diperlukan.

**Tabel 3.7** Tabel hasil pengujian kuat lentur beton.

N O	KODE MIX DESIG N	No. Sampl e	Beba n maks (kg)	Panjan g tumpua n (cm)	Leb ar (cm)	ting gi (cm)	Kuat lentur maksimu m (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat lentur maksimu m rata- rata (Mpa)	Kuat lentur maksimu m (Mpa)
1	Wa1-	1							
		2							
		3							
2	Wa2-	1							
		2							
		3							
3	Wa3-	1							
		2							
		3							





## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Penelitian Pendahuluan

##### 4.1.1 Semen

Semen yang digunakan tidak dilakukan pengujian karena pada penelitian ini menggunakan semen PPC (*Portland Pozzoland Cement*) yang diproduksi oleh PT. Semen Gresik yang sudah memenuhi syarat mutu dalam SNI 0302:2014.

##### 4.1.2 Air

Air bersih yang digunakan pada penelitian ini untuk benda uji batako berlubang berasal dari PDAM Kota Malang. Air dari PDAM Kota Malang dianggap sudah memenuhi syarat mutu air sebagai campuran beton sehingga tidak perlu untuk dilakukan pengujian lagi.

##### 4.1.3 Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah batu bata yang dipecahkan sebesar diameter 0,5 – 2 cm.

Tabel 4.1

Hasil Pengujian Agregat Kasar

Pemeriksaan	Hasil	Satuan
Kadar Air	1,677	%
Berat Isi	842.13	gr/cc
Berat Jenis (SSD)	2,4006	-
Penyerapan	28,86	%

Menurut SNI-03-2461-1991 Parameter Pemeriksaan Agregat Kasar bahwa penyerapan agregat kasar (kerikil) maksimal 3%. Pada penelitian ini agregat kasar menggunakan batu bata yang mempunyai penyerapan sebesar 28,36%, karena itu diperlukan FAS yang tinggi sebesar 0,7 di perencanaan mix design. FAS ini didapatkan dari proses percobaan pendahuluan (trial & error).

##### 4.1.4 Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan adalah limbah plastik yang berada di Kota Malang. Plastik tersebut selanjutnya digiling menggunakan mesin pemotong plastik yang menghasilkan butiran plastik berdiameter 0,5 – 1 cm

#### 4.1.5 Perencanaan Campuran (*Mix Design*) Benda Uji

Dalam penelitian ini direncanakan 3 variasi berupa jumlah serat benang pada 1 komposisi (*mix design*) semen dengan agregat. Komposisi ini didapatkan dari percobaan pendahuluan ( *trial & error* ) dan diambil hasil yang terbaik. Komposisi ini menggunakan perbandingan berat material pada benda uji kubus yang berukuran 15 x 15 x 15 cm. Pada benda uji ditambahkan bahan tambah berupa abu sekam padi sejumlah 20% dari berat semen dan FAS yang digunakan adalah 0,7 dari berat semen.

Tabel 4.2 Perencanaan Komposisi Beton Ringan ( berat )

Komposisi	Semen	Plastik	Batu Bata
2 : 0,66 : 1,3	2	0,66	1,3

Tabel 4.3 Kebutuhan Material untuk 1 Benda Uji Batako berlubang

Variasi Komposisi	Semen (kg)	Plastik (kg)	Batu Bata (kg)	Air (kg)	Abu Sekam (kg)
2 : 0,66 : 1,3	3.6	1.2	2.3	2.51	0.72

#### 4.2. Keleccakan (*Workability*)

Uji slump atau keleccakan bertujuan mengetahui tingkat keleccakan untuk memudahkan dalam mengerjakan beton. Uji slump dilakukan pada keadaan beton segar. Dari uji slump didapatkan nilai slump berdasarkan SNI-1972-2008 Cara Uji Slump Beton.

Tabel 4.4 Uji Slump Beton Segar

NO	Komposisi	Tahap Pengecoran	Nilai Slump (cm)
1	2 ; 0,66 ; 1,3	Pertama	10,5
2		Kedua	12
3		Ketiga	12
4		Keempat	13

Berdasarkan Tabel 4.4 diperoleh nilai slump dari empat kali pengecoran pada benda uji batako plastik. Nilai slump pada pengujian ini yang terbesar adalah 13 cm dan yang terendah adalah 10,5 cm. Diketahui nilai slump yang didapatkan tidak jauh berbeda karena *mix design*/komposisi yang digunakan juga sama, tidak ada perbedaan antar pengecoran pertama sampai pengecoran keempat. Dilakukan pengecoran sebanyak empat kali, dikarenakan kapasitas molen tidak cukup apabila pengecoran dilakukan secara

bersamaan..Semakin besar nilai slump, maka semakin mudah pengerjaannya, dan semakin kecil nilai slump, maka kemudahan pekerjaan (*workability*) semakin rendah. Hal ini juga akan berpengaruh pada kuat tekan dan kuat lentur yang dihasilkan pada benda uji.



Gambar 4.1 Uji slump



Gambar 4.2 Pengukuran slump beton segar

### 4.3 Berat Volume

Sebelum dilakukan pengujian, benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk kemudian dicari berat volume dari beton. Berat volume adalah perbandingan rasio antara berat dan volume. Ringan atau tidaknya beton dapat dilihat dari berat volumenya disesuaikan dengan SNI. Pada umumnya berat volume beton normal berkisar antara 2200 – 2500 kg/m<sup>3</sup> dan dapat dikatakan ringan jika berat volume dibawah 1900 kg/m<sup>3</sup>. Berat volume dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\gamma = \frac{w}{v} \dots\dots\dots(4-1)$$

dengan :

$\gamma$  = berat volume ( $\text{kg/m}^3$ )

w = berat benda uji (kg)

v = volume benda uji ( $\text{m}^3$ )

#### 4.3.1 Berat Volume Batako Berlubang

Adapun cara menghitung berat volume pada benda uji balok yang berukuran 10 cm x 20 cm x 40 cm dengan menggunakan rumus (4-1) sebagai berikut.

Tabel 4.5

Berat Volume Benda Uji Batako Ringan

No	Kode Benda Uji	Umur (Hari)	Berat(kg)	Volume (cm3)	Berat Volume (kg/m3)	Berat Volume (kg/m3)	Berat Volume rata-rata (kg/m3)
1	Wa1+	28	9.4	6040	1556	1457	1503.955
2			9	6040	1490		
3			8.8	6040	1457		
4			8.15	6040	1349.3		
5	Wa1-		8.6	6040	1424	1526.214	
6			8.85	6040	1465.2		
7			9.21	6040	1524.8		
8			9.3	6040	1539.7		
9	Wa2+		9.4	6040	1556	1528.698	
10			8.75	6040	1448.7		
11			9.1	6040	1506.6		
12			9.55	6040	1581.1		
13	Wa3+		9.15	6040	1514.9	1528.698	
14			9.3	6040	1539.7		
15			9.4	6040	1556		
16			9.2	6040	1523		
17	Wa3-		9.05	6040	1498.3	1528.698	
18			9.30	6040	1539.7		

Keterangan :

Wa1+ = Serat benang 2, Tekan

Wa1- = Serat benang 2, Lentur

Wa2+ = Serat benang 4, Tekan

Wa2- = Serat benang 4, Lentur

Wa3+ = Serat benang 6, Tekan

Wa3- = Serat benang 6, Lentur

Benda uji batako berlubang juga menghasilkan berat rata-rata untuk setiap variasi berkisar antara 1400 – 1500 kg/m<sup>3</sup>. Beton ini sudah termasuk beton ringan jika hanya ditinjau dari beratnya saja karna mempunyai berat volume dibawah 1900 kg/m<sup>3</sup> menurut SNI sama seperti benda uji silinder.

#### 4.4 Kuat Tekan Batako Berlubang

Pada pengujian kuat tekan kali ini untuk mengetahui nilai kuat tekan batako dengan variasi jumlah serat benang. Pada pengujian kali ini diharapkan nilai kuat tekan berbeda sesuai dengan jumlah variasi serat benang. Pengujian ini dilakukan pada umur 28 hari. Setiap variasi jumlah serat benang dibuat tiga benda uji dengan ukuran yang sama. Hasil pengujian kuat tekan batako dapat dilihat pada Tabel 4.6.



Gambar 4.3 Saat benda uji diuji kuat tekan

Berikut merupakan tabel hasil pengujian kuat tekan batako plastik

Tabel 4.6 Hasil pengujian kuat tekan batako

NO	KODE MIX DESIGN	No. Sample	Beban (kN)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)	Penurunan (mm)
1	Wa1+	1	105	298	3.523	3.255	4,64
		2	105	298	3.523		5,1
		3	81	298	2.718		3,9
2	Wa2+	1	112	298	3.758	4.385	4,8
		2	135	298	4.530		3,36
		3	145	298	4.866		2,57
3	Wa3+	1	113	298	3.792	4.463	2,1
		2	146	298	4.899		3,62
		3	140	298	4.698		3,24

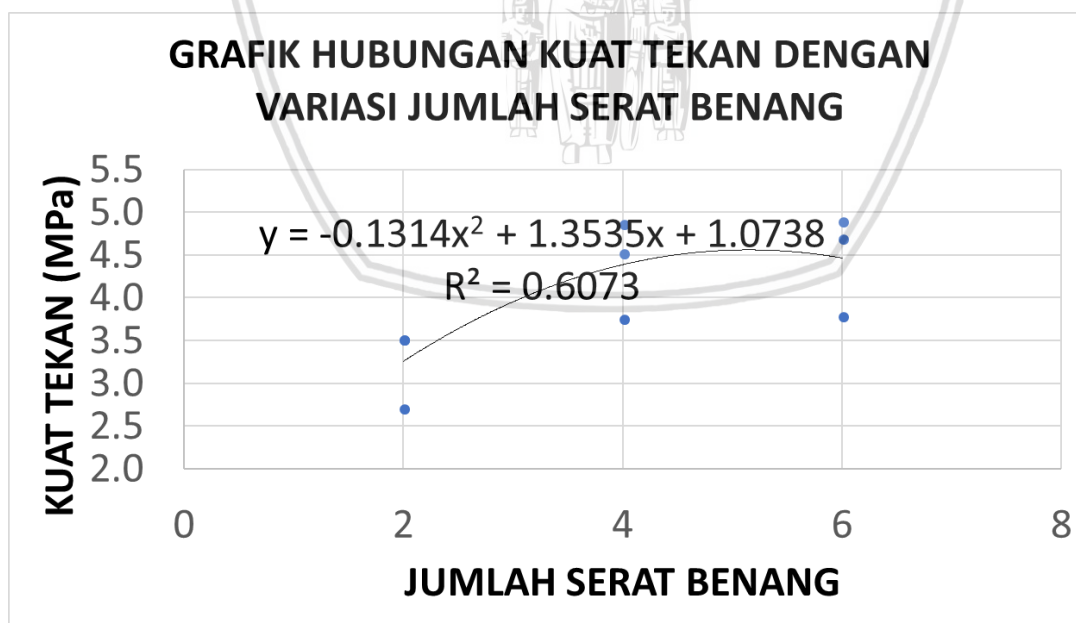
Keterangan :

Wa1+ = Serat benang 2, Tekan

Wa2+ = Serat benang 4, Tekan

Wa3+ = Serat benang 6, Tekan

Pada tabel diatas didapatkan grafik sebagai berikut:



Gambar 4.4 Grafik uji kuat tekan pada setiap jumlah serat benang

Dari tabel 4.6 didapatkan hasil uji kuat tekan pada 28 hari dari tiga sampel setiap variasi jumlah serat benang, setelah itu mencari kuat tekan rata-rata pada setiap variasi tersebut.



Data yang diperoleh adalah beban maksimum yang ditahan oleh benda uji dan besarnya luas penampang pada benda uji batako. Dilihat dari data uji tekan pada tabel tersebut bisa terlihat perbedaan dari masing-masing variasi jumlah serat benang, pada variasi 2 serat benang mempunyai nilai kuat tekan yang relatif rendah. Sedangkan pada variasi 6 serat benang mempunyai nilai kuat tekan yang tinggi. Kuat tekan terkecil dari hasil uji kuat tekan adalah wa1+ sebesar 2,718 Mpa dan kuat tekan terbesar dari hasil uji kuat tekan adalah wa3+ sebesar 4,899 Mpa.

Pada gambar 4.9 merupakan grafik hasil uji kuat tekan setiap variasi serat benang yaitu pada sample Wa1+, Wa2+ dan Wa3+. Pada grafik tersebut bisa dilihat pada masing-masing setiap variasi bahwa hasil yang didapat relatif naik setiap variasinya. Dari hasil pengujian kuat tekan, dengan pendekatan persamaan eksponensial mendapatkan persamaan hubungan kuat tekan dan variasi serat benang yaitu  $y = -0,1314x^2 + 1,3535x + 1,0738$  dengan koefisien determinasi sebesar  $R^2 = 0,6073$ .

Tabel 4.7 Kuat Tekan Rata-rata Batako

NO	KODE MIX DESIGN	RATA-RATA
1	Wa1+	3.255
2	Wa2+	4.385
3	Wa3+	4.463

Keterangan :

Wa1+ = Serat benang 2, Tekan

Wa2+ = Serat benang 4, Tekan

Wa3+ = Serat benang 6, Tekan

Pada Tabel 4.7 merupakan hasil dari uji kuat tekan rata-rata pada setiap variasi jumlah serat benang. Nilai kuat tekan di atas menunjukkan bahwa serat benang yang menggunakan 6 benang akan memiliki kuat tekan yang lebih tinggi yaitu 4,463 MPa, hasil kuat tekan terendah didapat pada serat benang yang menggunakan 2 benang yaitu 3,255 MPa. Kenaikan dan penurunan kuat tekan juga dapat dilihat pada Tabel 4.5.

- Untuk mencari P teoritis pada kuat tekan Batako Plastik :

Hasil kuat tekan tekan *beton plastik* silinder = 6,219 MPa (sesuai dengan penelitian terdahulu).

$$\begin{aligned}
 P_n &= 0,85 f'_c A_g \\
 &= 0,85 \cdot 6,219 \cdot 29800 \\
 &= 157.527,27 \text{ N} \\
 &= 157,527 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

Keterangan :8

$P_n$  = Beban kuat tekan teoritis (kg)

$A_g$  = luas penampang (mm)

$f'_c$  = Kuat tekan beton (MPa)

P teoritis diketahui yaitu sebesar 157,527 KN

Tabel 4.8 Kuat Tekan maksimum Batako memakai benang dan tidak memakai benang

NO	KODE MIX DESIGN	No. Sample	Kuat Tekan maksimum (Mpa) ( memakai benang )	Kuat Tekan normal syarat minimum (PUBI 1982)
1	Wa1+	1	3.255	6.50
		2		
		3		
2	Wa2+	1	4.385	
		2		
		3		
3	Wa3+	1	4.463	
		2		
		3		

Keterangan :

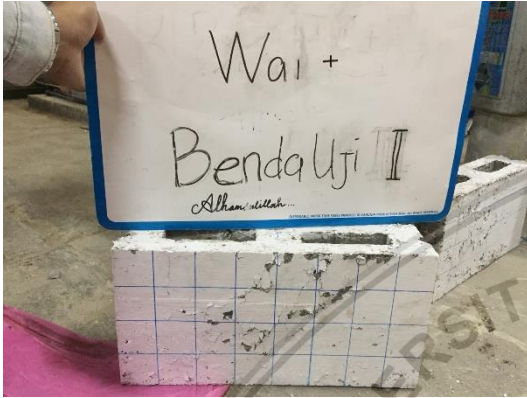
Wa1+ = Serat benang 2, Tekan

Wa2+ = Serat benang 4, Tekan

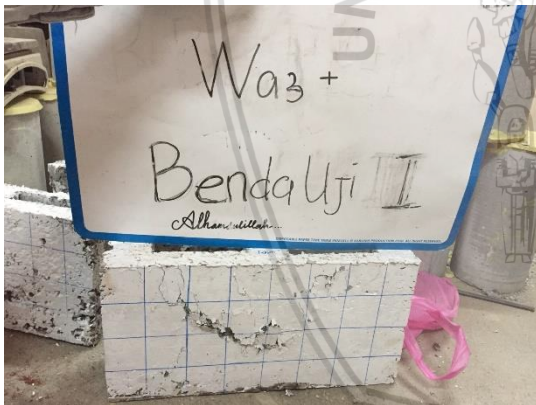
Wa3+ = Serat benang 6, Tekan

Berdasarkan tabel 4.8 didapatkan hasil kuat tekan maksimum memakai benang dan kuat tekan maksimum tidak memakai benang. Kuat tekan maksimum memakai benang sebesar wa1+, wa2+, wa3+ adalah 3,255 Mpa, 4,385 Mpa, 4,463 Mpa. Sedangkan kuat tekan tanpa benang adalah kuat tekan yang dihasilkan dari bahan baku (tidak memakai benang) sebesar 5,286 Mpa.

Pada saat pengujian kuat tekan penguji menyediakan 2 pelat baja yang berukuran sesuai dengan luas penampang pada batako yang dibebani yaitu panjang 40cm, lebar 10cm, dan tebal 1 cm. Fungsi dari pelat tersebut adalah sebagai penyalur beban dari alat uji ke benda uji agar beban yang disalurkan dapat merata ke benda uji. Beberapa kendala saat pemasangan pelat yaitu dikarenakan adanya beberapa tonjolan-tonjolan yang terdapat pada benda uji itu membuat kurang terlihat jelas adanya keretakan-keretakan yang terjadi saat pengujian.



Gambar 4.5 Batako Plastik setelah diuji kuat tekan

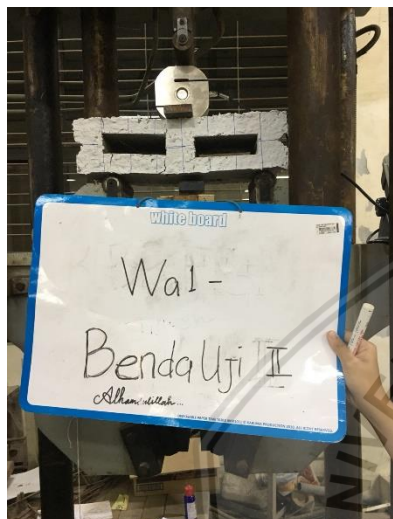


Gambar 4.6 Batako Plastik setelah diuji kuat tekan

Pada gambar 4.5 dan 4.6 terjadi pola retak yang terjadi pada batako plastik yang diuji kuat tekan. Pada benda uji tersebut dapat dilihat hanya terjadi pola retak yang tidak sampai hancur karena agregat kasar, agregat halus dan pasta semen serta serat benang saling mengikat dengan baik. Pola retak terjadi pada daerah permukaan yang tidak rata. Pada kali ini fungsi benang pada batako plastik berfungsi baik sebagai pengikat sehingga benda uji tidak sampai hancur.

#### 4.5 Kuat Lentur Batako Berlubang

Pada pengujian kuat lentur kali ini dimaksudkan untuk mengetahui hasil kuat lentur batako plastik dengan variasi jumlah serat benang. Dan pada hasil pengujian ini diharapkan mendapatkan nilai kuat lentur yang berbeda pada setiap variasi jumlah serat benang . Batako tersebut diuji pada umur 28 hari. Setiap variasi jumlah serat benang dibuat tiga benda uji batako dengan ukuran yang sama. Hasil pengujian kuat lentur batako dapat dilihat pada Tabel 4.8.



Gambar 4.7 Saat benda uji diuji kuat lentur

Berikut merupakan tabel hasil pengujian kuat lentur batako plastik

Tabel 4.9 Hasil pengujian kuat lentur batako plastik

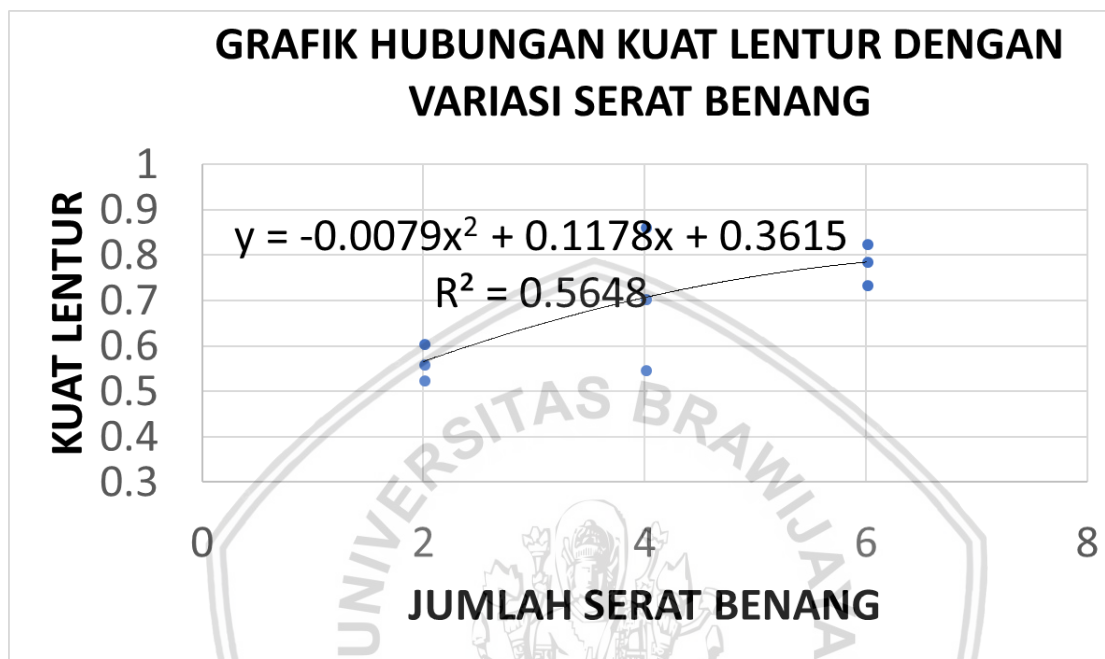
N O	KODE MIX DESIG N	No. Sampl e	Beba n maks (kg)	Panjan g tumpu an (cm)	Leb ar (cm)	ting gi (cm)	Kuat lentur maksimu m (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat lentur maksimu m rata- rata (Mpa)	Kuat lentur maksimu m (Mpa)
1	Wa1-	1	234	30	20	10	5.265	0.5265	0.5655
		2	250	30	20	10	5.625	0.5625	
		3	270	30	20	10	6.075	0.6075	
2	Wa2-	1	244	30	20	10	5.49	0.549	0.7065
		2	314	30	20	10	7.065	0.7065	
		3	384	30	20	10	8.64	0.864	
3	Wa3-	1	350	30	20	10	7.875	0.7875	0.7845
		2	328	30	20	10	7.38	0.738	
		3	368	30	20	10	8.28	0.828	

Keterangan :

Wa1- = Serat benang 2, Lentur

Wa2- = Serat benang 4, Lentur

Wa3- = Serat benang 6, Lentur



Pada tabel didapatkan grafik, seperti pada gambar berikut :

Gambar 4.8 Grafik uji kuat lentur pada setiap jumlah serat benang.

Pada Tabel 4.9 merupakan hasil uji kuat lentur yang dilakukan setelah 28 hari dari tiga buah sampel pada setiap variasi serat benang, diketahui hasil kuat lentur pada setiap sampel lalu mencari kuat lentur rata-rata pada setiap variasi tersebut. Data yang dibutuhkan untuk mendapatkan kuat lentur yaitu beban maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji, panjang tumpuan, momen maksimum dan momen inersia benda uji batako plastik. Dilihat dari data uji kuat tekan yang didapat pada masing-masing benda uji memiliki perbedaan, yaitu bisa kita lihat pada benda uji batako plastik yang menggunakan 2 serat benang mempunyai nilai kuat lentur yang relatif kecil dibandingkan dengan variasi serat benang yang lainnya dan benda uji batako plastik yang menggunakan 6 serat benang mempunyai nilai kuat lentur yang lebih besar. Kuat lentur terkecil pada hasil uji kuat lentur yaitu **Wa1-** pada sampel pertama sebesar 0,5625 Mpa dan kuat tekan terbesar pada hasil uji kuat tekan yaitu **Wa3-** pada sampel ketiga sebesar 0,828 Mpa.

Pada gambar 4.16 merupakan grafik hasil uji kuat lentur setiap variasi serat benang yaitu pada sample Wa1-, Wa2- , Wa3-. Pada grafik tersebut bisa dilihat pada masing-masing setiap variasi bahwa hasil yang didapat relatif naik setiap variasinya. Dari hasil pengujian kuat lentur, dengan pendekatan persamaan eksponensial mendapatkan persamaan hubungan kuat lentur dan variasi serat benang yaitu  $y = -0,0079x^2 + 0,1178x + 0,3615$  dengan koefisien determinasi sebesar  $R^2 = 0,5648$ .

Tabel 4.10 Kuat Lentur Rata-rata Batako Plastik

NO	KODE MIX DESIGN	Kuat Lentur maksimum rata2 (Mpa)
1	Wa1-	0.566
2	Wa2-	0.707
3	Wa3-	0.785

Keterangan :

Wa1- = Serat benang 2, Lentur

Wa2- = Serat benang 4, Lentur

Wa3- = Serat benang 6, Lentur

Pada Tabel 4.10 merupakan hasil dari uji kuat lentur rata-rata pada setiap variasi jumlah serat benang. Nilai kuat lentur di atas menunjukkan bahwa variasi benang yang menggunakan 6 benang akan memiliki kuat tekan yang lebih tinggi yaitu 0,7845 MPa, hasil kuat lentur terendah didapat pada variasi benang yang menggunakan 2 benang yaitu 0,5655MPa.

- Untuk mencari Kuat lentur teoritis Batako Plastik:

$f_t = 0,639 \text{ MPa}$



Tabel 4.11 Kuat Lentur maksimum Batako Plastik memakai benang dan tidak memakai benang

NO	KODE MIX DESIGN	No. Sample	Kuat lentur maksimum rata2 (Mpa) ( memakai benang )	Kuat lentur bahan baku (Mpa) (tidak memakai benang)
1	Wa1-	1	0.5655	0.639
		2		
		3		
2	Wa2-	1	0.7065	0.639
		2		
		3		
3	Wa3-	1	0.7845	0.639
		2		
		3		

Keterangan :

Wa1- = Serat benang 2, Lentur

Wa2- = Serat benang 4, Lentur

Wa3- = Serat benang 6, Lentur

Berdasarkan tabel 4.11 didapatkan kuat lentur maksimum secara aktual maupun secara teoritis, diketahui bahwa batako plastik yang menggunakan variasi 6 serat benang memiliki kuat lentur yang lebih besar daripada batako plastik yang menggunakan variasi serat benang yang lebih sedikit dikarenakan batako yang menggunakan tali yang lebih banyak memiliki kepadatan yang lebih besar dibanding dengan yang lain dan semakin banyak tali akan saling mengikat satu sama lain di tiap sisi *beton plastik* tersebut. Apabila momen lentur aktual lebih kecil dari pada momen lentur teoritis maka batako *beton plastik* tersebut tidak dapat digunakan ataupun tidak aman untuk digunakan.

Pada saat pengujian kuat lentur, penguji meletakkan benda uji batako pada tumpuan yang sudah disediakan dan mengukur jarak bentang kedua tumpuan. Lalu memasang bagian penekan beban pada bagian tengah batako yang sebelumnya diberikan pelat agar merata ditengah bentang. Untuk penggunaan beban digunakan beban dengan satuan Kg dikarenakan batako tidak mempunyai kuat lentur yang tinggi, apabila digunakan beban dengan satuan Kn beban maksimum tidak akan terlihat.



Gambar 4.9 Batako Plastik setelah diuji kuat lentur



Gambar 4.10 Batako Plastik setelah diuji kuat lentur

Pada gambar 4.9 dan 4.10 terjadi pola retak pada batako plastik yang diuji kuat lentur, mempunyai dua penyebab keretakan. Pada gambar 4.15 merupakan keretakan awal setelah benda diberi beban atau diuji, terlihat pada gambar apabila *beton plastik* tersebut retak namun masih terlihat utuh tidak hancur. Pada gambar tersebut bisa kita lihat bahwa fungsi serat benang juga sangat berguna sebagai pengikat antar sisi batako plastik, yang membuat

keruntuhan masih dapat ditahan oleh antar sisi batako plastik tersebut meskipun pada gambar 4.10 batako plastik sudah patah .

#### 4.6 Uji Hipotesis dengan Analisis Ragam

Uji hipotesis adalah metode pengambilan keputusan berdasarkan dari analisis data dengan statistik. Bertujuan mengetahui apakah hipotesis awal bisa diterima atau ditolak. Jika hipotesis awal diterima, maka penelitian dianggap benar dan dapat dilakukan. Keputusan dari uji hipotesis hampir selalu dibuat berdasarkan pengujian hipotesis nol. Analisis yang dilakukan dalam uji hipotesis ini digunakan untuk menjawab pertanyaan yang mengasumsikan hipotesis nol adalah benar.

##### 4.6.1 Uji Hipotesis Hasil Pengujian Kuat Tekan

Uji hipotesis pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah variasi serat benang berpengaruh pada kuat tekan batako beton plastik.

Hipotesis dalam pengujian ini adalah:

- $H_0$  = Variasi serat benang belum memiliki pengaruh terhadap kuat tekan batako berlubang beton plastik
- $H_1$  = Variasi serat benang memiliki pengaruh terhadap kuat tekan batako berlubang beton plastik

Pengujian hipotesis pada penelitian ini menggunakan analisis varian satu arah terhadap nilai kuat tekan batako berlubang beton plastik dengan variasi serat benang. Kriteria dari pengujian ini adalah:

- Jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak
- Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima

Hasil perhitungan uji hipotesis untuk kuat tarik belah beton ringan dengan lima kali pengulangan dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4.12 Perhitungan Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Batako Berlubang Beton Plastik

Variasi Komposisi	Sampel			$\Sigma A_i$	$A_j$	A	$A_j - A$
	1	2	3				
Wa1+	3.523	3.523	2.718	9.765	3.255	4.034	-0.779
Wa2+	3.758	4.530	4.866	13.154	4.385		0.350
Wa3+	3.792	4.899	4.698	13.389	4.463		0.429
Variasi Komposisi	$(A_j - A)^2$	$\Sigma(A_j - A)^2$	$(A_i - A_j)^2$			$\Sigma(A_i - A_j)^2$	$\Sigma \Sigma(A_i - A_j)^2$
			1	2	3		
Wa1+	0.607	0.914	0.072	0.072	0.288	0.432	1.773
Wa2+	0.123		0.392	0.021	0.231	0.645	
Wa3+	0.184		0.450	0.190	0.055	0.696	

Pengujian hipotesis menggunakan distribusi Fisher. Data yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tingkat Signifikasi ( $\alpha$ ) : 5 %  
 Jumlah Variasi (c) : 3 variasi  
 Jumlah Sampel (n) : 3 sampel

$$df_1 = c - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$df_2 = c \times (n - 1) = 3 (3 - 1) = 6$$

Didapatkan nilai  $F_{\text{tabel}}$ :

$$F_{\alpha}(df_1, df_2) = F_{\text{kritis}}$$

$$F(2,6) = 5.14$$

Dari tabel 4.17 didapatkan hasil varian antar kelompok sebagai berikut :

$$Sx^2 = \frac{n \sum (\bar{A}_j - \bar{A})^2}{c-1} = \frac{3(0.914)^2}{3-1} = 1.371$$

Setelah mendapatkan nilai varian antar kelompok maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai varian dalam kelompok, kemudian mendapatkan  $F_{\text{hitung}}$ .

$$Sw^2 = \frac{\sum_j \sum_i (\bar{A}_{ij} - \bar{A}_j)^2}{c(n-1)} = \frac{1.733}{6} = 0.296$$

$$F_{\text{hitung}} = \frac{Sx^2}{Sw^2} = \frac{1.371}{0.296} = 4.639$$

Didapatkan kesimpulan bahwa:

$$F_{\text{hitung}} (4.639) < F_{\text{tabel}} (5.14)$$

Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak. Dengan artian bahwa variasi serat benang belum memiliki pengaruh terhadap kuat tekan batako berlubang beton plastik.

Tabel 4.13

Tabel Anova Kuat Tekan

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rataan Kuadrat	$F_{\text{hitung}}$	$F_{\text{tabel}}$
Variasi Komposisi	2.7419	2	1.371	4.639	5.14
Galat	1.7732	6	0.296		
Total	4.5151	8			

#### 4.6.2 Uji Hipotesis Hasil Pengujian Kuat Lentur

Uji hipotesis pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah variasi serat benang berpengaruh pada kuat lentur batako beton plastik.

Hipotesis dalam pengujian ini adalah:

- $H_0$  = Variasi serat benang belum memiliki pengaruh terhadap kuat lentur batako berlubang beton plastik
- $H_1$  = Variasi serat benang memiliki pengaruh terhadap kuat lentur batako berlubang beton plastik

Pengujian hipotesis pada penelitian ini menggunakan analisis varian satu arah terhadap nilai kuat lentur batako berlubang beton plastik dengan variasi serat benang. Kriteria dari pengujian ini adalah:

- Jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak
- Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima

Hasil perhitungan uji hipotesis untuk kuat tarik belah beton ringan dengan lima kali pengulangan dapat dilihat pada tabel 4.14.

Tabel 4.14 Perhitungan Pengujian Hipotesis Kuat Lentur Batako Berlubang Beton Plastik

Variasi Komposisi	Sampel			$\Sigma A_i$	$A_j$	A	$A_j - A$
	1	2	3				
Wa1-	0.527	0.563	0.608	1.697	0.566	0.686	-0.120
Wa2-	0.549	0.707	0.864	2.120	0.707		0.021
Wa3-	0.788	0.738	0.828	2.354	0.785		0.099
Variasi Komposisi	$(A_j - A)^2$	$\Sigma(A_j - A)^2$	$(A_i - A_j)^2$			$\Sigma(A_i - A_j)^2$	$\Sigma \Sigma(A_i - A_j)^2$
			1	2	3		
Wa1-	0.014	0.025	0.002	0.000	0.002	0.003	0.06
Wa2-	0.000		0.025	0.000	0.025	0.050	
Wa3-	0.010		0.000	0.002	0.002	0.004	

Pengujian hipotesis menggunakan distribusi Fisher. Data yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Tingkat Signifikansi ( $\alpha$ ) : 5 %
- Jumlah Variasi (c) : 3 variasi
- Jumlah Sampel (n) : 3 sampel

$$df_1 = c - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$df_2 = c \times (n - 1) = 3 (3 - 1) = 6$$

Didapatkan nilai  $F_{tabel}$ :

$$F_{\alpha}(df_1, df_2) = F_{kritis}$$

$$F(2,6) = 5.14$$

Dari tabel 4.17 didapatkan hasil varian antar kelompok sebagai berikut :

$$S_x^2 = \frac{n \sum (\bar{A}_j - \bar{A})^2}{c-1} = \frac{3(0.025)}{3-1} = 0.037$$

Setelah mendapatkan nilai varian antar kelompok maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai varian dalam kelompok, kemudian mendapatkan F hitung.

$$S_w^2 = \frac{\sum_j \sum_i (\bar{A}_{ij} - \bar{A}_j)^2}{c(n-1)} = \frac{0.06}{6} = 0.0095$$

$$F_{hitung} = \frac{S_x^2}{S_w^2} = \frac{0.037}{0.0095} = 3.893$$

Didapatkan kesimpulan bahwa:

$$F_{hitung} (3.893) < F_{tabel} (5.14)$$

Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak. Dengan artian bahwa variasi serat benang belum memiliki pengaruh terhadap kuat lentur batako berlubang beton plastik.

Tabel 4.15

Tabel Anova Kuat Tekan

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rataan Kuadrat	$F_{hitung}$	$F_{tabel}$
Variasi Komposisi	0.0739	2	0.037	3.893	5.14
Galat	0.0570	6	0.009		
Total	0.1309	8			



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pada penelitian pengaruh penggunaan beton plastik untuk batako ringan berlubang di uji terhadap kuat tekan dan kuat lentur dengan variasi jumlah serat benang dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian berat volume batako berlubang pada variasi 2 serat benang adalah  $1457 \text{ kg/m}^3$ , variasi 4 serat benang adalah  $1526,214 \text{ kg/m}^3$ , variasi 6 serat benang adalah  $1520,658 \text{ kg/m}^3$  dan rata-rata keseluruhan variasi benang sebesar  $1503,055 \text{ kg/m}^3$ . Menurut SNI 03-2461-2002 beton ringan memiliki berat volume beton maksimum sebesar  $1850 \text{ kg/m}^3$ . Jika dibandingkan dengan beton normal yang mempunyai berat volume untuk silinder sebesar  $2324,448 \text{ kg/m}^3$  dan untuk benda uji balok sebesar  $2380,247 \text{ kg/m}^3$ . Maka, batako yang digunakan memenuhi syarat beton ringan.
2. Hasil analisis kuat tekan rata-rata batako ringan berlubang pada variasi 6 serat benang lebih tinggi dibandingkan variasi 2 serat benang dan 4 serat benang. Kuat tekan rata-rata pada variasi 2, 4, 6 serat benang sebesar 3,255 Mpa, 4,385 Mpa dan 4,463 Mpa. Dari hasil analisis kuat tekan didapatkan juga hasil pendekatan eksponensial pada hubungan kuat tekan dan jumlah serat benang sebesar  $y = -0,1314x^2 + 1,3535x + 1,0738$  dengan koefisien determinasi sebesar  $R^2 = 0,6073$ .
3. Hasil analisis kuat lentur rata-rata batako ringan berlubang pada variasi 6 serat benang lebih tinggi dibandingkan variasi 2 serat benang dan 4 serat benang. Kuat lentur rata-rata pada variasi 2, 4, 6 serat benang sebesar 0,5655 Mpa, 0,7065 Mpa dan 0,7845 Mpa. Dari hasil analisis kuat lentur didapatkan juga hasil pendekatan eksponensial pada hubungan kuat lentur dan jumlah serat benang sebesar  $y = -0,0079x^2 + 0,1178x + 0,3615$  dengan koefisien determinasi sebesar  $R^2 = 0,5648$ .
4. Pada penelitian ini menurut uji statistik  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak. Dengan artian bahwa variasi serat benang belum memiliki pengaruh terhadap kuat tekan dan kuat lentur batako berlubang.

#### 5.2 Saran

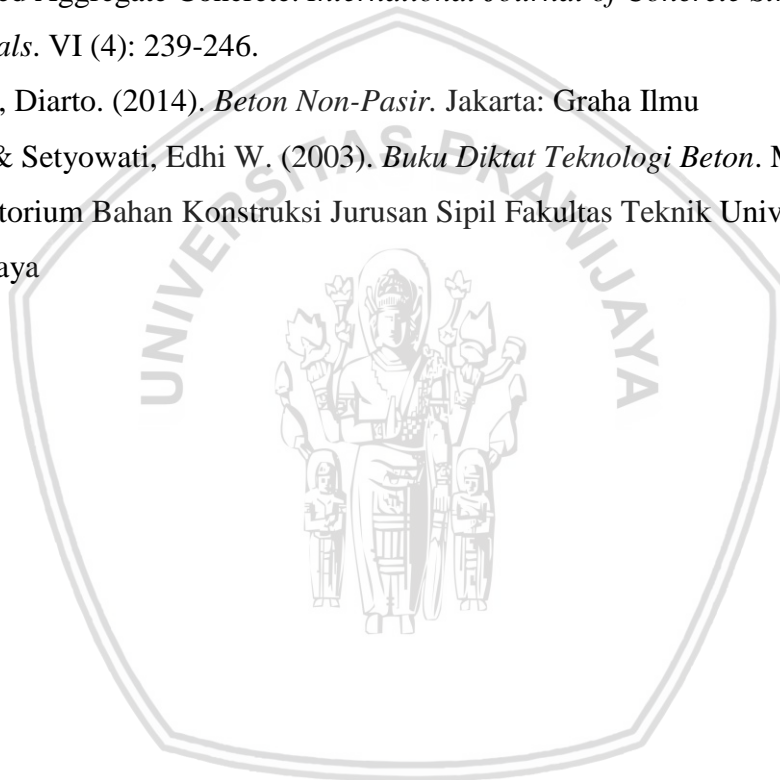
Berdasarkan hasil penelitian variasi komposisi semen, agregat kasar batu bata pecah dan agregat halus limbah plastik terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton ringan ditemukan beberapa kendala dalam proses persiapan, pengecoran maupun pengujian. Untuk hasil yang lebih baik pada penelitian selanjutnya, terdapat beberapa saran diantaranya:

1. Diperlukan metode yang cukup baik dalam memasukkan serat benang kedalam benda uji batako ringan berlubang, dikarenakan serat benang harus berada ditengah setiap sisi pada batako ringan berlubang agar tali dapat bekerja secara maksimal dalam mengikat beton plastik.
2. Diperlukan metode yang tepat untuk melepaskan bekisting batako yang terbuat dari baja agar batako tidak rusak.
3. Sebaiknya pengujian benda uji beton plastik dilakukan lebih dari 28 hari, agar kekuatan beton dapat mencapai optimal. Limbah plastik yang dipotong menjadi serpihan yang pipih, membuat air lebih susah menguap dibandingkan dengan pasir. Serpihan-serpihan plastik dapat menekuk di dalam adonan beton, membuat pasta semen mengisi rongga tersebut dan membuat air terperangkap dan susah untuk menguap.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai metode pemadatan pada beton dengan agregat kasar batu bata dan agregat halus limbah plastik. Metode pemadatan beton normal tidak dapat diterapkan pada beton plastik. Karena plastik yang cenderung mengembang ketika ditekan.
5. Dalam penelitian menggunakan plastik sebagai agregat halus, sebaiknya menggunakan plastik yang rasio panjang, lebar dan tingginya agar mendapatkan granular yang sama. Cara menghancurkan plastik juga harus lebih halus, harus menghindari bentuk yang pipih.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggakusuma.R.D.et,al 2014. Kuat Tekan Batako Dengan Penambahan Semen Merah Dari Limbah Gerabah, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Arel, Hasan Sahan dan Ertug Aydin. (2016). *Use of Industrial and Agricultural Wastes in Construction Concrete*. Turki: *ACI Materials Journal*.
- ASTM D7611/D7611M -13e1. (2013). *Standard Practice for Coding Plastic Manufactured Articles for Resin Identification*. United States: Association of Standard Testing Materials
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *SNI 03-2461-2002 Spesifikasi agregat ringan untuk beton ringan struktural*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *SNI 03-2491-2002 Metode pengujian kuat tarik belah beton*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2000). *SNI 15-2094-2000 Bata merah pejal untuk pasangan dinding*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- Bahar, Suardi & Suhandi, Rahman. (2004). *Pedoman Pekerjaan Beton*, Jakarta: PT. Wijaya Karya (PT. WIKA).
- Departemen Pekerjaan Umum, 1989. Bata Beton Untuk Pasangan Dinding SNI 03-0349-1989. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum, SNI 03-0692-1996, *Bata Beton*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum, SNI 03-1969-1990, *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum, SNI 03-2834-2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Badan Standarisai Nasional, Jakarta, Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum, SNI 15-2049-2004, *Semen Portland*, Badan Standarisai Nasional, Jakarta, Indonesia.
- El-Reedy, M. A. (2009). *Advanced Materials and Techniques for Reinforced Concrete Structures*. Dunfermline, UK: CRC Press.
- Irawan.B 2014. Tinjauan Kualitas Batako Dengan Pemakaian Bahan Tambah Serbuk halus Ex Cold Milling, Universitas Muhamadiyah Surakarta, Surakarta
- Nugroho.A.S 2014. Tinjauan Kualitas Batako Dengan Pemakaian Bahan Tambah Limbah Gypsum, Universitas Muhamadiyah Malang, Malang.

- Mulyono, Tri. (2003). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET.
- Murdock, L. J. & Brook, K. M. (1986). *Bahan dan Praktek Kerja Beton*. Jakarta: Erlangga.
- Neville, A.M., Brooks, J.J. (2010). *Concrete Technology*, Second Edition, Pearson Education Limited, Essex, England.
- Nawy, Edward G. (1998). *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung : Penerbit PT. Refika Aditama
- Nurlina, Siti. (2008). *Struktur Beton*. Malang: Bargie Media.
- Shetty, M.S. (2000). *Concrete Technology-Theory And Practice*. India: S. Chand Limited.
- Sriravindrajah, R., Wang, N. D. H. & Ervin, L. J. W. (2012), Mix Design for Pervious Recycled Aggregate Concrete. *International Journal of Concrete Structures and Materials*. VI (4): 239-246.
- Trisnoyuwono, Diarto. (2014). *Beton Non-Pasir*. Jakarta: Graha Ilmu
- Wibowo, Ari & Setyowati, Edhi W. (2003). *Buku Diktat Teknologi Beton*. Malang: Laboratorium Bahan Konstruksi Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya



## LAMPIRAN

## Lampiran 1 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Tabel 1. Hasil Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Nomor Contoh			A	B	C	D	E
Berat benda uji kering permukaan jenuh	Bj	(gr)	648.8	644	650.4	647.6	630.8
Berat benda uji kering oven	Bk	(gr)	500	500	500	500	500
Berat benda uji dalam air	Ba	(gr)	293.5	291	293	295	286

Nomor Contoh		A	B	C	D	E
Berat Jenis Curah (Bulk Specific Gravity)	Bk/(Bj-Ba)	1.407	1.42	1.40	1.42	1.45
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (Bulk Specific Gravity Saturated Surface Dry)	Bj/(Bj-Ba)	1.83	1.824	1.82	1.84	1.83
Berat Jenis Semu Apparent Specific Gravity	Bk/(Bk-Ba)	2.42	2.39	2.415	2.44	2.34
Penyerapan (%) (Absorption)	(Bj-Bk)/Bkx100%	29.76	28.80	30.08	29.52	26.16
Rata-rata Penyerapan (%)		28.86				

## Lampiran 2 Berat Isi Agregat Kasar

Tabel 2. Hasil Perhitungan Berat Isi Agregat Kasar

1	Berat takaran	(gr)	1059.20	1059.20
2	Berat takaran + air	(gr)	3093	3093
3	Berat air = (2)-(1)	(gr)	2033.80	2033.80
4	Volume air = (3)/(1)	(cc)	1.9201	1.9201
	<b>CARA</b>		<b>RODDED</b>	<b>SHOVELED</b>
5	Berat Takaran	(gr)	1059.2	1059.2
6	Berat takaran + benda uji	(gr)	2735	2617.4
7	Berat benda uji = (6)-(5)	(gr)	1675.8	1558.2
8	Berat isi agregat halus = (7)/(4)	(gr/cc)	872.754	811.508
9	Berat isi agregat kasar rata-rata	(gr/cc)	842.13	

## Lampiran 3 Kadar Air Agregat Kasar

Tabel 3. Hasil Perhitungan Kadar Air Agregat Kasar

Nomor Talam		A	B
1	Berat Talam + Contoh basah	(gr)	734.60
2	Berat Talam + Contoh kering	(gr)	719.50
3	Berat Air = (1)-(2)	(gr)	15.10
4	Berat Talam	(gr)	74.40
5	Berat Contoh Kering = (2)-(4)	(gr)	645.10
6	Kadar Air = (3)/(5)	(%)	2.3407
7	Kadar Air rata-rata	(%)	1.6773

## Lampiran 4 Perencanaan Campuran Beton

Tabel 4. Kebutuhan Material Untuk 1 Benda Uji Tanpa Penambahan

Variasi Komposisi	Semen (kg)	Plastik (kg)	Batu Bata (kg)	Air (kg)	Abu Sekam (kg)
2 : 0,66 : 1,3	3.6	1.2	2.3	2.51	0.72

Tabel 5. Kebutuhan Material Untuk Benda Uji dengan Penambahan 20%

Komposisi	Semen (kg)	Plastik (kg)	Batu Bata (kg)	Air (kg)	Abu Sekam (kg)
2 : 0,66 : 1,3	4.295	1.417	2.792	3.007	0.859
TOTAL (18 sample )	77.312	25.513	50.253	54.118	15.462

### Lampiran 5 Contoh perhitungan

Benda Uji :

Diketahui benda uji batako Plastik :

$$\text{Panjang (l)} = 40 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar (b)} = 20 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi (h)} = 10 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume benda uji} &= (b \times h \times l) - (v \text{ lubang}) \\ &= (40 \times 20 \times 10) - (1960) = 6040 \text{ cm}^3 = 0,00604 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Volume kubus} = 15 \times 15 \times 15 = 3375 \text{ cm}^3 = 0,003375 \text{ m}^3$$

Maka, diperlukan

$$\text{Semen} = 2 \times \frac{\text{volume benda uji}}{\text{volume kubus}} = 2 \times \frac{0,00604}{0,003375} = 3,6 \text{ kg}$$

$$\text{ASP} = 0,2 \times \text{berat semen} = 0,2 \times 3,6 = 0,72 \text{ kg}$$

$$\text{Air (FAS 0,7)} = 0,7 \times 3,6 = 2,51 \text{ kg}$$

$$\text{Plastik} = 0,66 \times \frac{\text{volume benda uji}}{\text{volume kubus}} = 0,66 \times \frac{0,00604}{0,003375} = 1,2 \text{ kg}$$

$$\text{Batu bata} = 1,3 \times \frac{\text{volume benda uji}}{\text{volume kubus}} = 1,3 \times \frac{0,00604}{0,003375} = 2,3 \text{ kg}$$

Berat Volume :

Contoh perhitungan :

Benda uji Wa1+

$$\text{Panjang (l)} = 40 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar (b)} = 20 \text{ cm}$$



Tinggi (h) = 10 cm

Volume benda uji =  $b \times h \times l - v_{\text{lubang}} = 10 \times 20 \times 40 - 1960 = 6040 \text{ cm}^3$   
 $= 0,00604 \text{ m}^3$

Berat benda uji = 9,4 kg

Maka berat volume benda uji :  $\gamma = \frac{9,4}{0,00604} = 1556,29 \text{ kg/m}^3$

Kuat Tekan :

Contoh perhitungan kuat tekan Batako Plastik wa3+ sample ketiga:

Rumus tegangan :

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

$f'c$  = Kuat Tekan (Mpa)

P = Gaya Tekan (N)

A = Luas Penampang ( $\text{mm}^2$ )

$$f'c = \frac{140000}{29800}$$

$$= 4,698 \text{ Mpa}$$

Kuat Lentur:

Contoh perhitungan kuat lentur batako plastik Wa3- sample ketiga :

Rumus Kuat lentur:  $\sigma = \frac{My}{I}$

$$M = \frac{1}{4} PL$$

$$y = \frac{1}{2} d$$

$$I = \frac{1}{12} bd^3$$

dengan :

$\sigma$  = kuat lentur benda uji (MPa)

P = beban maksimum (kg)

L = panjang tumpuan (cm)

b = lebar benda uji (cm)

d = tinggi benda uji (cm)

Berikut perhitungan :

$$M = 1/4 P L$$

$$= (368 \times 30) / 4$$

$$= 2760 \text{ Kgcm}$$

$$y = 1/2 d$$

$$= 1/2 10$$

$$= 5 \text{ cm}$$

$$I = 1/12 b d^3$$

$$= 1/12 20 10^3$$

$$= 1666,667 \text{ cm}^4$$

$$\sigma = M y / I$$

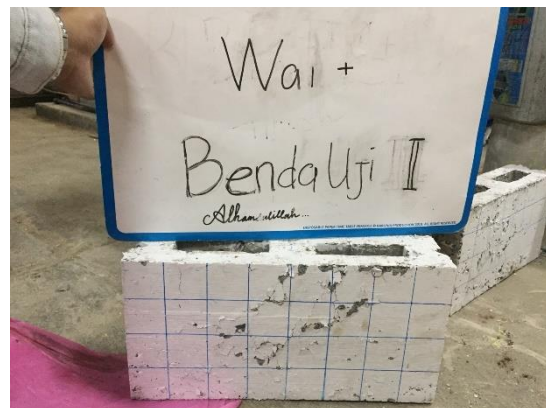
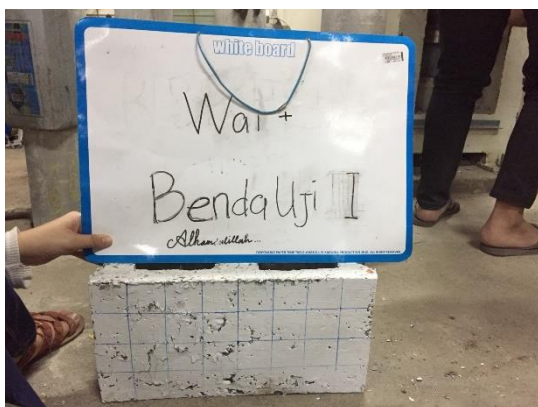
$$= \frac{2760 \times 5}{1666,667}$$

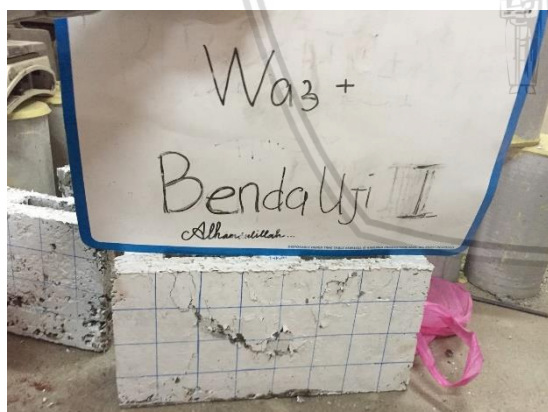
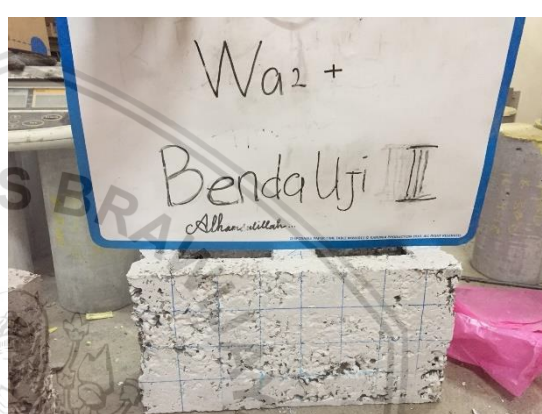
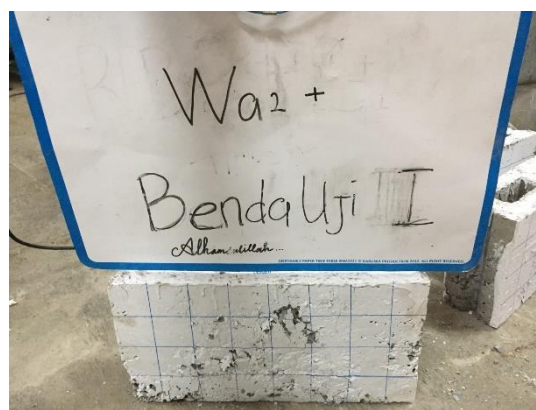
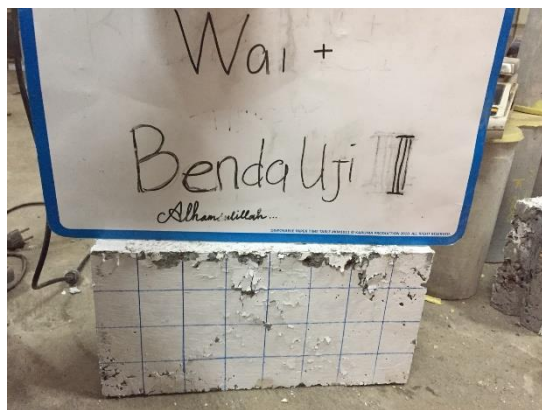
$$= 8,28 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

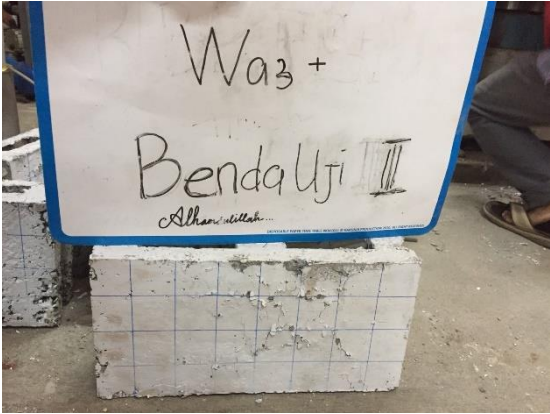
$$= 0,828 \text{ MPa}$$

Jadi diketahui bahwa kuat lentur pada Batako Plastik Wa3- benda uji ketiga sebesar 0,828 MPa

#### Lampiran 6 Dokumentasi Uji Kuat Tekan

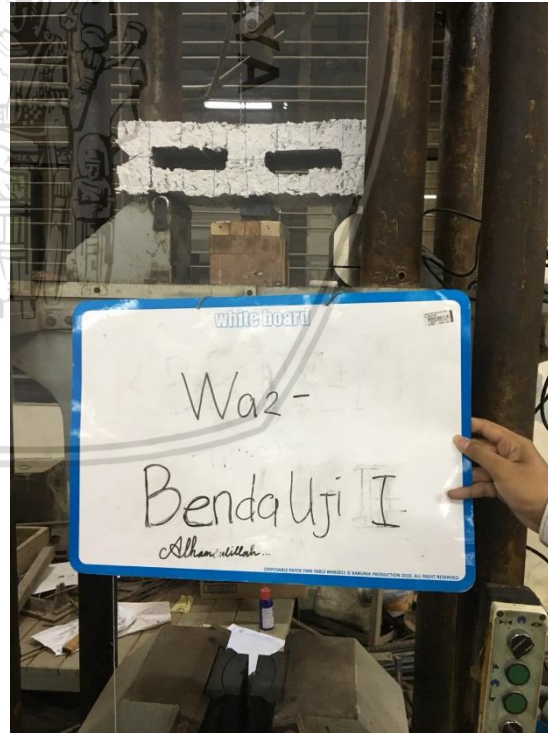
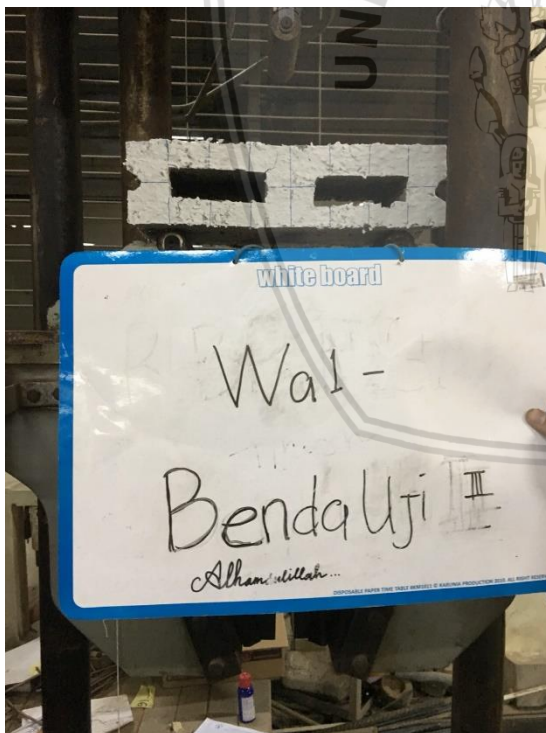
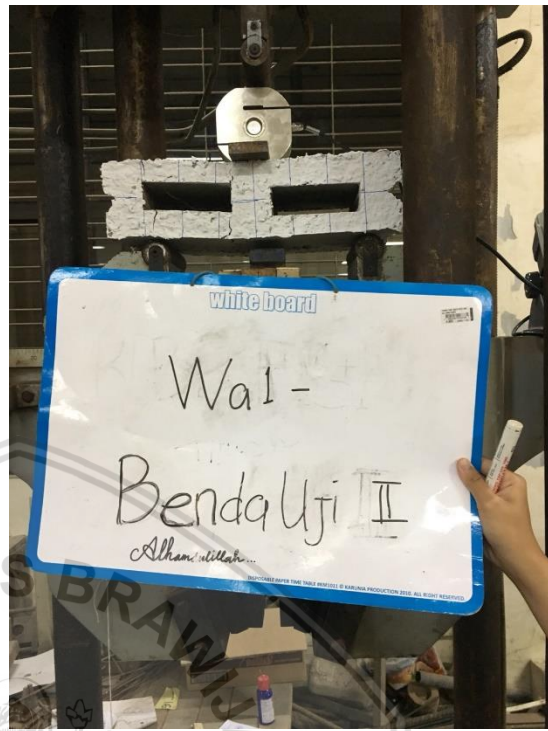
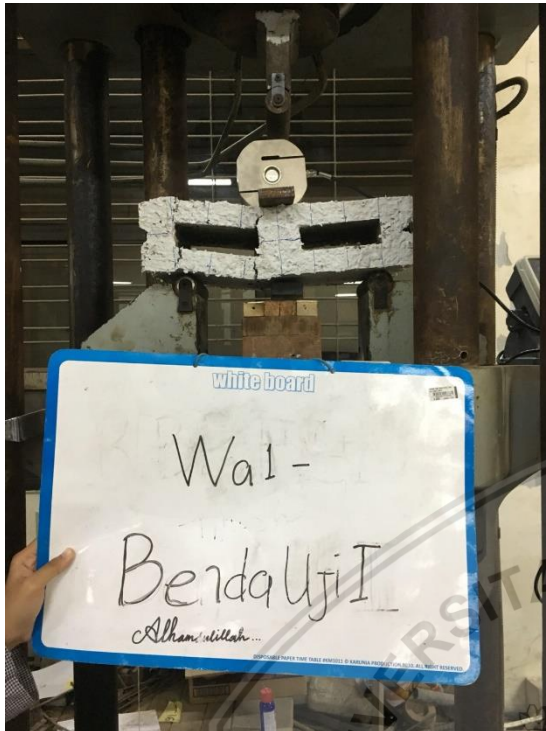


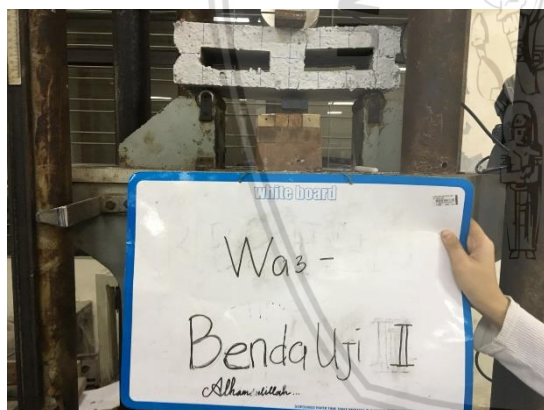
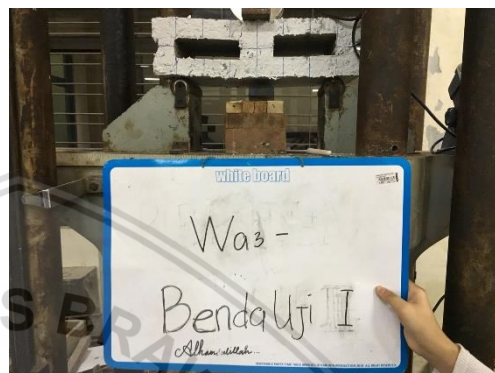
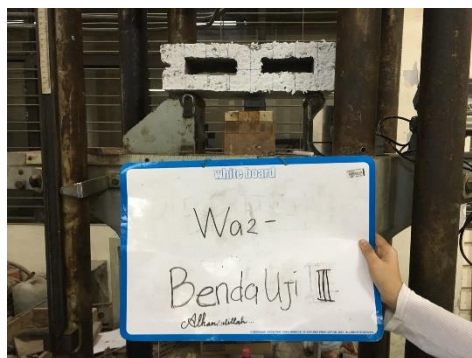
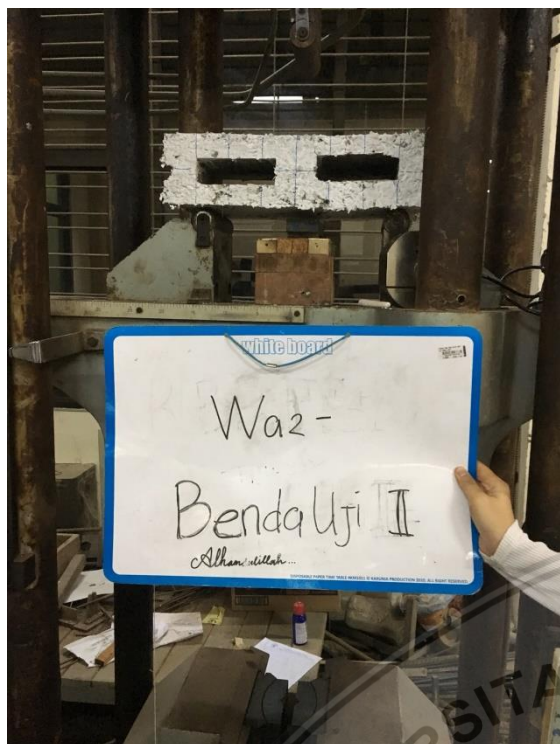






## Lampiran 7 Dokumentasi Uji Kuat Lentur







## Lampiran 9 Tabel F Uji Hipotesis Menggunakan Anova

Table H (continued)		$\alpha = 0.05$																			
d.f.D.: degrees of freedom, denominator		d.f.N.: degrees of freedom, numerator																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	$\infty$	
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3	254.3		
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49	19.50		
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53		
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.06	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63		
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.74	4.68	4.62	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.36		
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.06	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67		
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.64	3.57	3.51	3.44	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23		
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.35	3.28	3.23	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93		
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.14	3.07	3.01	2.94	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71		
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54		
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40		
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30		
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.66	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21		
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.38	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13		
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07		
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01		
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96		
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92		
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88		
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84		
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81		
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78		
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76		
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73		
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71		
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.69		
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73	1.67		
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71	1.65		
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70	1.64		
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62		
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51		
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39		
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35	1.25		
$\infty$	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00		

